

跟我学做
一流汽修技师丛书





工作忙，时间少，想提高汽修技术怎么办？

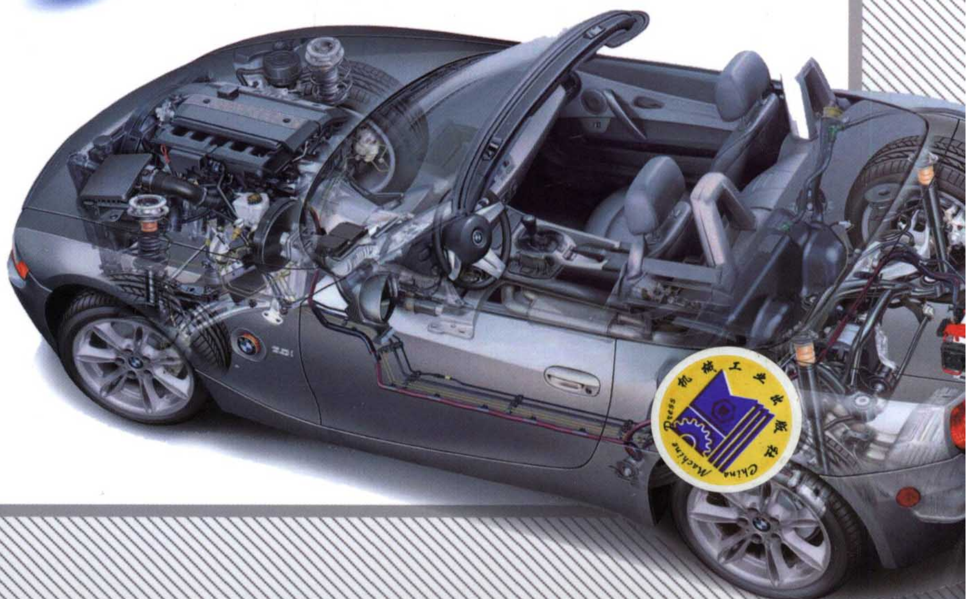
攻关精练
汽修技术1000项

周晓飞◎主编

必知必会的重点概念、关键技术
千项汽修技能轻松搞定，做中国好技师

即学 即懂 即会 即用






机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

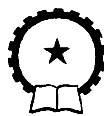
VISIT…

LANZAROTE
Caliente.com

跟我学做一流汽修技师丛书

攻关精练汽修技术1000项

周晓飞　主编



机 械 工 业 出 版 社

《攻关精练汽修技术1000项》如同一名经验丰富的汽修专家，带你轻松实现汽车机电维修全方位技术攻关。本书从一线汽车维修工角度出发，在维修知识和应用技能两个方面精选了1000个维修攻关项目，给出详细解决方案，内容系统、易学易用。尤其是有关维修诊断和故障排除方面的问题与解析，均来自汽车维修一线技师的成果。

全书共分5章，依次为发动机维修攻关精练、自动变速器维修攻关精练、空调系统维修攻关精练、电气系统维修攻关精练和底盘维修攻关精练，每章分别介绍维修知识、通识技能、故障诊断与维修操作等内容。

本书是汽修人员自学提高、迈向汽修技师的宝典。

图书在版编目（CIP）数据

攻关精练汽修技术1000项/周晓飞主编. —北京：机械工业出版社，2015.9
（跟我学做一流汽修技师丛书）
ISBN 978-7-111-51522-7

Ⅰ. ①攻…　Ⅱ. ①周…　Ⅲ. ①汽车-车辆修理-问题解答
Ⅳ. ①U472.4-44

中国版本图书馆CIP数据核字（2015）第217181号

机械工业出版社（北京市百万庄大街22号　邮政编码100037）
策划编辑：齐福江　责任编辑：齐福江　版式设计：赵颖喆
责任校对：肖　琳　封面设计：鞠　杨　责任印制：常天培
北京机工印刷厂印刷（三河市南杨庄国丰装订厂装订）
2016年6月第1版第2次印刷
184mm×260mm・20.5印张507千字
4001—7 000册
标准书号：ISBN 978-7-111-51522-7
定价：49.80元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务
服务咨询热线：010-88361066
读者购书热线：010-68326294
010-88379203
封面无防伪标均为盗版

网络服务
机 工 官 网：www.cmpbook.com
机 工 官 博：weibo.com/cmp1952
金 书 网：www.golden-book.com
教育服务网：www.cmpedu.com

《攻关精练汽修技术1000项》编写人员

主　　编： 周晓飞

编写人员： 周晓飞　陈晓霞　万建才　宋东兴　王立飞　边先锋　董小龙　赵　朋　赵小斌　赵义坤　李新亮　李　军　李飞霞　刘振友　刘文瑞　彭　飞　温　云　郝建庄　张建军　梁志全　李飞云　王　蛟　刘海龙　肖俊斌　苗永丰　顾小冬　严　飞

前言

总感觉汽车维修工中真正读书的人越发少了，但事实上汽车维修工求知的欲望却都又在高涨。这是为什么？笔者认为，有这么三个方面：

第一，无书可读，无合适内容的书可读，客观地讲，装帧新颖，内容却老旧的书很普遍。

第二，可读性不强，好不容易发现有可操作性的实用内容，但却是长篇大论，层次不清，甚至是翻来覆去。

第三，选择性不强，市场上图书内容雷同的太多，不好甄别和选择。

为了尽可能解决上述问题，我们策划编写了《攻关精练汽修技术 1000 项》。站在维修工的角度编写谋划，精选了 1000 个问题，尤其是故障实例诊断排除方面内容，均出自于维修一线技师的手记。

本书分为五章，依次为发动机维修攻关精练、自动变速器维修攻关精练、空调系统维修攻关精练、电气系统维修攻关精练、底盘维修攻关精练，每章分为通识知识与技能和故障诊断与维修操作两部分。力争让读者学到维修知识、学会维修技能，旨在帮助维修工朋友尽可能解决贴近车间一线的实际维修问题。

本书适合汽车维修一线机电工阅读，也可作为专业院校师生的参考用书。

本书编写参考了大量的维修技术资料，同时也汇集了很多业内汽修高手之经验，因为资料出处等原因，文献资料的作者不能一一在列，深表歉意，在此谨向你们表示衷心的感谢！

由于作者水平有限，书中难免有不妥之处，敬请广大读者批评指正。

编　者

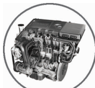
目录

前言

第一章　发动机维修攻关精练/1

第一节　通识知识与技能/2

1. 双凸轮轴可变正时系统的作用和特点是什么？/2
2. 全可变进气门系统的作用和特点是什么？/2
3. 可变气门的作用和特点是什么？/4
4. 本田 VVT-i 的作用和特点是什么？/4
5. 双 VVT-i 系统的作用和特点是什么？/5
6. 本田 i-VTEC 的作用和特点是什么？/5
7. 可变进气系统的作用和特点是什么？/6
8. 可变进气系统的原理是什么？/7
9. 什么是可变排量？/7
10. 发动机电气系统有哪些部件？/8
11. 发动机电控喷射系统的基本原理是什么？/8
12. 什么是稀薄燃烧？/9
13. 发动机实现稀薄燃烧的关键技术有哪些？/9
14. 稀薄燃烧发动机的优势是什么？/9
15. 什么是分层燃烧？/10
16. 什么是均质稀燃？/10
17. GDI 和 FSI 的关联和区别是什么？/10
18. 缸内直喷技术有什么特点？/11
19. TFSI 发动机和 TSI 发动机有什么区别？/11
20. SIDI 发动机有什么特点？/12
21. 涡轮增压器的原理和特点是什么？/12
22. 机械增压器的原理和特点是什么？/12
23. 双涡轮增压器的原理和特点是什么？/13
24. 凸轮轴位置传感器的作用和工作原理是什么？/14
25. 曲轴位置传感器的作用和工作原理是什么？/15
26. 空气质量传感器的作用和工作原理是什么？/15
27. 进气温度传感器的作用和工作原理是什么？/16
28. 冷却液温度传感器的作用和工作原理是什么？/16
29. 偏心轴传感器的作用和工作原理是什么？/17
30. 散热器出口上的温度传感器的作用和工作原理是什么？/18
31. 加速踏板模块的作用和工作原理是什么？/18
32. 进气压力传感器的作用和工作原理是什么？/18
33. 爆燃传感器的作用和工作原理是什么？/19
34. 氧传感器的作用和工作原理是什么？/19
35. 宽带氧传感器的作用和工作原理是什么？/19
36. 后氧传感器的作用和工作原理是什么？怎么监控？/20
37. 三元催化转化器的作用是什么？怎么监控？/21
38. 温度油位传感器的作用和工作原理是什么？/21
39. 油压开关的作用和工作原理是什么？/21
40. 制动信号灯开关的作用和工作原理是什么？/21



41. 电子气门控制伺服电动机的控制方式、控制内容和控制过程是什么？／21
42. 电子节气门调节器的作用和工作原理是什么？／22
43. VANOS电磁阀的作用是什么？如何进行调节和控制？／22
44. 什么是全顺序喷射装置喷油器？／23
45. 高压泵的作用是什么？怎么工作？／24
46. 燃油通风阀的作用是什么？怎么工作？／24
47. 点火线圈由什么进行控制？／24
48. 电子节温器有什么特点？怎么工作？／25
49. 全变量进气系统的作用和工作原理是什么？怎么工作？／25
50. 增压空气冷却系统的作用是什么？怎么工作？／26
51. 高精度直喷系统（HPI）的作用是什么？怎么工作？／27
52. 双气流式进气管的作用是什么？怎么工作？／27
53. 增压压力调节装置的作用是什么？怎么工作？／28
54. 循环空气减压阀的作用是什么？／29
55. 增压空气冷却系统是怎么工作的？／29
56. 二次空气系统的作用是什么？／29
57. 二次空气泵是怎么工作的？／30
58. 二次空气阀是怎么工作的？／30
59. 什么是空燃比控制？／30
60. 计算机空燃比控制策略是怎样的？／30
61. 怎样理解喷油脉宽？／30
62. 电动冷却液泵怎么实现冷却？／31

第二节　故障诊断与维修操作／31

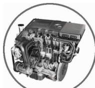
63. 机油损耗量大的故障原因有哪些？／31
64. 机油损耗量大的受损部件有哪些？／31
65. 机油损耗量大故障怎么排除？／32
66. 怎么判断和排除汽车发动机烧机油？／32
67. 机油泄漏的主要原因有哪些？／32
68. 机油泄漏故障怎么排除？／33
69. 冷却液泄漏的主要原因是什么？／33
70. 温度高对发动机有哪些损坏？／33
71. 怎么判断和排除冷却液泄漏？／33
72. 怎样排放冷却液使冷却系统内不易憋气？／33
73. 怎样就车检查冷却液泵故障？／34
74. 怎样就车检查节温器故障？／34
75. 诊断发动机异响有什么技巧？／34
76. 影响发动机异响的因素有哪些？／34
77. 活塞敲缸有什么特征？是什么原因？／35
78. 怎么判断和排除活塞敲缸故障？／35
79. 活塞销异响有什么特征？是什么原因？／35
80. 怎么判断和排除活塞销异响故障？／35
81. 活塞环的异响有什么特征？怎么排除？／36
82. 气门漏气异响有什么特征？怎么排除？／36
83. 气门机械异响有什么特征？是什么原因？／37
84. 怎么判断和排除气门机械异响？／37
85. 气门弹簧异响是什么原因？／37
86. 怎么判断和排除积炭造成的发动机高速运转时气门异响故障？／37
87. 液压挺杆异响有什么特征？是什么原因？／38
88. 怎么判断和排除液压挺杆异响？／38
89. 怎么判断单一挺杆异响？／38
90. 怎么判断所有挺杆异响？／38
91. 曲轴主轴承异响有什么特征？是什么原因？／38
92. 怎样判断和排除曲轴主轴承异响？／38
93. 连杆轴承异响有什么特征？是什么原因？／39
94. 怎样判断和排除连杆轴承异响？／39
95. 正时带和正时链异响有什么特征？是什么原因？／39
96. 进气正时自动控制机构异响是什么原因？／39
97. 机油滤网堵塞导致的液压挺杆异响怎么办？／40
98. 为什么通风管路堵塞导致发动机异响？／40
99. 发动机起动困难有那些主要原因？／40
100. 发动机起动冷起动困难有哪些主要原因？／40
101. 怎么检修燃油压力导致的发动机起动困难？／40
102. 怎么检修ISC故障导致的发动机起动困难？／41
103. 怎么检修冷却液温度传感器故障导致的发动机起动困难？／41
104. 怎么检修转速信号传感器故障导致的发动机起动困难？／41
105. 发动机不能起动的故障有哪些原因？／41



106. 发动机无着火征兆是什么原因？／41
107. 怎么判断转速信号系统故障导致的发动机无着火征兆？／41
108. 怎么检修点火系统故障导致的发动机无着火征兆？／41
109. 怎么检修燃油控制系统故障导致的发动机无着火征兆？／42
110. 发动机有着火征兆但发动机不能起动是什么原因？／42
111. 如何检测空气流量传感器？／42
112. 如何检测第六代热膜式空气流量传感器？／43
113. 怎样检修凸轮轴位置传感器故障？／44
114. 怎么检修凯美瑞轿车怠速抖动故障？／44
115. 怎么检修迈腾轿车起动故障？／45
116. 怎么检修别克新君越轿车挂档熄火故障？／45
117. 怎么判断炭罐电磁阀损坏导致的故障？／46
118. 怎么排除排气管“放炮”故障？／46
119. 怎么排除加速踏板导致的故障？／47
120. 怎么检修节气门损坏导致的故障？／47
121. 怎么检查机油灯报警？／48
122. 怎么检修和排除帕萨特轿车机油灯报警？／48
123. 怎么检修和排除喷油器泄漏导致的发动机缺缸？／49
124. 怎么检修和排除喷油器积炭导致的发动机加速不力？／49
125. 怎么检修和排除汽油滤清器堵塞导致的加速无力？／50
126. 怎么检修和排除压力调节器堵塞导致的尾气冒黑烟？／50
127. 进气系统有问题会导致哪些故障？／50
128. 节气门有问题会导致哪些故障？／50
129. 怎么检查和排除离合器踏板开关导致的故障？／51
130. 机油尺未插到位会导致什么特殊故障？／51
131. 怎么判断氧传感器故障？／51
132. 排放控制的主要监控对象是什么？／52
133. OBD 有哪几种形式？／52
134. 什么是过量空气系数调节系统？／52
135. 怎么检查和排除燃油消耗大故障？／53
136. 怎么检查和排除发动机怠速不稳？／53
137. 怎么检查和排除涡轮增压器漏气导致的提速慢？／53
138. 怎么检查和排除 EGR 阀故障导致的发动机加速慢？／54
139. 点火提前角对发动机性能有什么影响？／54
140. 哪些因素会影响点火提前角？／54
141. 怎样判断火花塞烧蚀？／54
142. 火花塞产生积炭的原因是什么？／55
143. 转速传感器会发生哪些故障？／55
144. 爆燃传感器发生故障对发动机有什么影响？／55
145. 怎么检查和排除点火线圈故障？／55
146. 怎么检查和排除火花塞导致的游车故障？／56
147. 火花塞侧电极烧蚀是什么原因？／56
148. 曲轴轴向间隙大会导致发动机熄火吗？／56
149. 怎么检查和排除宝马轿车起动困难？／57
150. 怎么检查和排除宝马轿车低速熄火故障？／57
151. 怎么检查和排除宝马轿车发动机无法起动？／57
152. 怎么检查和排除宝马轿车氧传感器导致的故障？／57
153. 怎么检查和排除废气管漏气导致的故障？／58
154. 怎么检查怠速电磁阀？／58
155. 怎么检查和排除挂档起步熄火故障？／58
156. 智能蓄电池传感器的作用是什么？／58
157. 怎么检查和排除宝马轿车怠速游车？／59
158. 进气管真空度失常对发动机性能有哪些影响？／59
159. 怎么检查和排除朗逸轿车怠速高？／59
160. 怎么检查和排除世嘉轿车冷起动怠速不稳？／59
161. 怎样检查和排除福特福克斯轿车起动困难？／60
162. 什么是发动机大修？／60
163. 什么是发动机小修？／60
164. 什么是就车修理？／61
165. 怎样使用螺栓黏合剂？／61
166. 为什么发动机在重新装配后要进行磨合？／61

第三节　柴油发动机维修／61

167. 什么是换气过程？／61
168. 什么是自由排气阶段？／61



169. 什么是强制排气阶段？／62
170. 什么是进气过程？／62
171. 柴油发动机混合气形成有什么特点？／62
172. 什么是小涡流和雾状喷射的喷射方式？／62
173. 什么是辅助涡流喷射方式？／63
174. 什么是预燃室方式？／63
175. 什么是涡流室方式？／63
176. 什么是非均质混合？／63
177. 柴油机燃油混合气质量控制方式是怎样的？／63
178. 混合气形成有哪些影响因素？／63
179. 发动机起动工况是怎样的？／64
180. 影响起动性能的因素有哪些？／64
181. 哪些因素能改善柴油机的起动性能？／64
182. 低怠速工况对燃油喷射的要求是怎样的？／64
183. 全负荷工况对燃油喷射的要求是怎样的？／65
184. 燃油喷射计量有哪些影响因素？／65
185. 什么是燃油喷射量？／65
186. 什么是排烟限制？／65
187. 什么是燃烧压力限制？／65
188. 什么是排气温度限制？／66
189. 柴油机的转速限制有什么作用？／66
190. 柴油机着火延迟是什么原因？／66
191. 什么是柴油机速燃期？／66
192. 什么是缓燃期？／66
193. 什么是补燃期？／67
194. 柴油发动机保养有哪些注意事项？／67
195. 燃料性质对柴油机燃烧过程有什么影响？／67
196. 压缩比对柴油机燃烧过程有什么影响？／67
197. 喷油规律对柴油机燃烧过程有什么影响？／68
198. 喷油提前角对柴油机燃烧过程有什么影响？／68
199. 转速与负荷对柴油机燃烧过程有什么影响？／68
200. 什么是预喷射？／68
201. 什么是主喷射？／68
202. 什么是后喷射？／69
203. 柴油机燃油供给系统是由哪些部分组成的？／69
204. 什么是轴针式喷油器？／70
205. 什么是孔式喷油器？／71
206. 柱塞式喷油泵的作用是什么？／71
207. 喷油泵有哪些类型？／71
208. 柱塞式喷油泵由哪些组件组成？／71
209. 柱塞式喷油泵分泵由哪些重要部件组成？／72
210. 喷油泵油量调节机构是怎样的？／72
211. 喷油泵驱动机构工作原理？／73
212. 柴油机燃油系统为什么要设置调速器？／73
213. 柴油机调速器有什么功用？／73
214. 按照构造柴油机调速器可以分为哪几类？／73
215. 按照作用范围调速器可以分为哪几类？／74
216. 什么是单极式调速器？／74
217. 机械离心全程式调速器的结构是怎样的？／74
218. 两极式（RQ 型）调速器的结构是怎样的？／75
219. 两极式（RQ 型）调速器起动工况是怎样的？／76
220. 两极式（RQ 型）调速器怠速工况是怎样的？／76
221. 两极式（RQ 型）调速器部分负荷工况是怎样的？／77
222. 两极式（RQ 型）调速器转矩校正工况是怎样的？／77
223. 两极式（RQ 型）调速器高速作用工况是怎样的？／77
224. RAD 两极式调速器是怎么工作的？／77
225. RFD 调速器是怎样工作的？／78
226. 怎么检验喷油器的密封性？／78
227. 怎么检查喷油器压力？／78
228. 怎么检验喷油器喷油质量？／79
229. 怎么就车检查喷油器？／79
230. 分配式喷油泵是怎样的？／79
231. PT 喷油泵是怎样的？／79
232. 增压补偿器的结构是怎样的？有什么作用？／80
233. 油水分离器的作用是什么？／81
234. 什么是电控柴油机？／81
235. 什么是高压共轨？／81
236. 高压共轨系统是怎样工作的？／82
237. 高压共轨系统的低压油路的主要零部件有哪些？／82

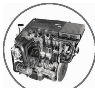


238. 高压共轨系统的高压油路的主要零部件有哪些？／82
239. 高压油泵是怎样工作的？／83
240. 比例阀有什么重要作用？／83
241. 电控发动机油轨结构是怎样的？／84
242. 电控喷油器的工作过程是怎样的？／84
243. 电控喷油器的工作原理是怎样的？／84
244. 什么是无喷射（阶段）？／84
245. 什么是喷射（阶段）？／85
246. 什么是喷射结束（阶段）？／85
247. 喷油器驱动电路是怎样的？／85
248. 电控柴油机燃油喷射是怎么控制的？／85
249. 燃油喷射控制有哪些类型？／86
250. 什么是燃油喷射量控制？／86
251. 什么是燃油喷射正时控制？／87
252. 什么是燃油喷射率控制？／87
253. 什么是燃油喷射压力控制？／87
254. 喷射量是怎么计算的？／87
255. 什么是基本喷油量？／87
256. 什么是起动喷油量？／87
257. 什么是最高转速设定喷射量？／87
258. 什么是最大喷射量？／87
259. 如何校正基本喷油量？／87
260. 什么是怠速控制？／88
261. 什么是平稳运转控制？／88
262. 什么是巡航控制（汽车速度控制器）？／88
263. 什么是主动喘振衰减？／89
264. 什么是海拔补偿？／89
265. 什么是喷油量补偿？／89
266. 什么是零供油量标定（ZFC）？／89
267. 什么是发动机制动功能？／89
268. 发动机 ECU 可以实现哪些控制？／89
269. 喷油器开始喷油有哪些必要条件？／90
270. 起动时的判缸过程是怎样的？／90
271. 起动时的喷油量控制是怎样的？／90
272. 什么是电控系统失效策略？／91
273. 曲轴或凸轮轴位置传感器失效策略是怎样的？／91
274. 共轨压力传感器失效策略是怎样的？／91
275. 进油计量阀失效策略是怎样的？／91
276. 电子节气门失效策略是怎样的？／91
277. 冷却液温度传感器失效策略是怎样的？／92
278. 减矩失效策略是怎样的？／92
279. 停机保护失效策略是怎样的？／92
280. 怠速控制策略是怎样的？／92
281. 冒烟限制控制是怎样的？／92
282. 柴油机传感器有哪些类型？／92
283. 柴油机二线式热敏式温度传感器工作原理是怎样的？／93
284. 怎样检测柴油机温度传感器？／93
285. 轨道压力传感器起什么作用？／93
286. 油水分离器位置传感器起什么作用？／93
287. 压电直接控制式喷油器有什么特点？／94
288. 高压共轨柴油发动机的 SCR 系统的作用是什么？／94
289. 高压共轨柴油发动机的 SCR 系统要注意哪些事项？／95

第二章　自动变速器维修攻关精练／96

第一节　通识知识与技能／97

290. 什么是 AMT？／97
291. 什么是 DCT？／97
292. 什么是 CVT？／97
293. 什么是 AT？／98
294. 驻车制动装置的结构和作用是怎样的？如何操作？／99
295. 液压控制阀体的作用是什么？包括哪些组件？／99
296. 电磁阀供油限压阀的作用是什么？／99
297. 电磁阀供油限压阀容易出现哪些问题？／99
298. 大众 01M/01N 阀体中的电磁阀调节阀有什么作用？／99
299. 主调压阀（阀体内部）有什么作用？／100
300. 增压阀的作用是什么？／100
301. 什么是转矩信号阀？／100
302. 换档控制策略包括哪些方面？／100
303. 市区行驶的换档策略是什么？／101
304. 上坡路行驶的换档策略是什么？／101
305. 下坡路行驶的换档策略是什么？／101
306. 弯路行驶的换档策略是什么？／101
307. 冰雪路面行驶的换档策略是什么？／101
308. 高原地区行驶的换档策略是什么？／101



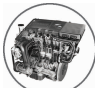
309. 换档点力矩平衡（重叠控制）的控制策略是什么？／101
310. 减矩的控制策略是什么？／101
311. 后坐力控制（N-D 缓冲控制）的策略是什么？／101
312. 停车回空档的控制策略是什么？／101
313. 自动变速器过热保护的控制策略是什么？／102
314. 直接换档的控制策略是什么？／102
315. 双离合器转矩传递路线是怎样的？／102
316. 双离合器（干式离合器）是怎样工作的？／102
317. 双离合器（湿式离合器）是怎样工作的？／102
318. 双离合器输入轴的结构是怎样的？／103
319. 常规 8 速自动变速器有什么特点？／103
320. 混合动力版 8 速自动变速器是怎么样的？／104
321. 9 速自动变速器是怎么样的？／105
322. 变速器多功能档位（TR）开关 F125 的作用是什么？／105
323. 变速器多功能档位（TR）开关 F125 出现故障怎么办？／106
324. 变速器输入转速传感器 G182 有什么作用？有什么故障影响？／106
325. 变速器输出转速传感器 G195 有什么作用？有什么故障影响？／106
326. 变速器油温传感器 G93 有什么作用？有什么故障影响？／107
327. 节气门位置传感器和加速踏板位置传感器对变速器有什么作用？／107
328. 09G 型 6 速自动变速器控制单元的安全功能是怎样的？／108
329. 09G 型 6 速自动变速器控制单元有效的机械应急状态是怎样的？／108
330. 09G 型 6 速自动变速器控制单元无效的机械应急状态是怎样的？／108
331. 宝马 6HP-26 自动变速器的电子控制装置主要包括哪些？／108
332. 宝马 6HP-26 自动变速器的驻车锁止装置是怎样的？／108
333. 4F27E 型自动变速器电子控制系统的组成是什么？／109
334. 涡轮轴转速传感器（TSS）的作用是什么？有什么故障影响？／109
335. 输出轴转速传感器（OSS）的作用是什么？有什么故障影响？／109
336. 变速器油温传感器（TFT）的作用是什么？／109
337. 档位开关（TR）的作用是什么？／109
338. 手动模式开关、增/减档开关的作用是什么？／109
339. 制动开关的作用是什么？／109
340. 换档电磁阀的作用是什么？／110
341. 压力控制电磁阀（EPC）的作用是什么？／110
342. OBK/OBL 变速器包括哪些元件？／110
343. OBK/OBL 变速器 1 档是怎样传递动力的？／110
344. OBK/OBL 变速器 2 档是怎样传递动力的？／110
345. OBK/OBL 变速器 3 档是怎样传递动力的？／111
346. OBK/OBL 变速器 4 档是怎样传递动力的？／112
347. OBK/OBL 变速器 5 档是怎样传递动力的？／113
348. OBK/OBL 变速器 6 档是怎样传递动力的？／113
349. OBK/OBL 变速器 7 档是怎样传递动力的？／113
350. OBK/OBL 变速器 8 档是怎样传递动力的？／114
351. OBK/OBL 变速器倒档是怎样传递动力的？／114
352. 怎样检查变速器油位？／115
353. 怎样检查变速器油质？／116
354. 怎样检查和调整档位开关？／116
355. 变速器油压过高或过低有什么影响？测试油压的目的是什么？／116
356. 前进档位油压测试有什么条件？有什么故障影响？／117
357. 时间滞后测试的目的是什么？怎样进行测试？／117
358. 连续升档试验的目的是什么？／117
359. 怎么进行升档车速试验？／117
360. 怎么进行锁止离合器工作状况的试验？／118
361. 怎么进行发动机制动性能试验？／118



362. 怎么进行强制降档试验？／118
363. 怎样检测电磁阀供油限压阀阀孔？／119

第二节　故障诊断与维修操作／119

364. 通用4T65-E变速器中增压阀的常见故障有哪些？／119
365. 大众01M/01N变速器增压阀的常见故障有哪些？／119
366. 大众09G型6速自动变速器控制单元的故障识别是怎样的？／120
367. 变速器机油（DSG油）的作用是什么？怎么维护DSG油变速器？／120
368. 拆卸DSG变速器离合器有哪些重要步骤和要领？／120
369. 安装DSG变速器离合器有哪些重要步骤和要领？／121
370. 测量和调整离合器有哪些重要步骤和要领？／121
371. 拆卸DSG变速器控制单元J743有哪些重要步骤和要领？／121
372. 安装DSG变速器控制单元J743有哪些重要步骤和要领？／123
373. 拆卸DSG变速器油泵有哪些重要步骤和要领？／124
374. 安装DSG变速器油泵有哪些重要步骤和要领？／124
375. 汽车不能行驶的故障表现是什么？是什么原因？／124
376. 自动变速器打滑的故障表现是什么？是什么原因？／125
377. 换档冲击过大的故障表现是什么？是什么原因？／125
378. 升档过迟的故障表现是什么？是什么原因？／126
379. 不能升档的故障表现是什么？是什么原因？／126
380. 无超速档的故障表现是什么？是什么原因？／126
381. 无前进档的故障表现是什么？是什么原因？／127
382. 无倒档的故障表现是什么？是什么原因？／127
383. 跳档的故障表现是什么？是什么原因？／127
384. 挂档后发动机怠速易熄火是什么原因？／127
385. 无发动机制动是什么原因？／128
386. 不能强制降档是什么原因？／128
387. 无锁止故障是什么原因？／128
388. 自动变速器异响的故障表现是什么？是什么原因？／128
389. 造成摩擦片烧损的具体故障表现是什么？是什么原因？／128
390. 制动器活塞发生故障的表现是什么？是什么原因？／129
391. 01M自动变速器换档电磁阀的作用是什么？怎么进入应急状态？／129
392. 怎么检查和排除01M自动变速器换档电磁阀故障？／129
393. 怎么检查和排除01M自动变速器变矩器锁止离合器控制故障？／130
394. 怎么检查和排除01M自动变速器2档升3档打滑故障？／130
395. 怎么检查和排除01M自动变速器2档升3档冲击故障？／130
396. 怎么检查和排除01M自动变速器超速档打滑故障？／131
397. 怎么检查和排除01N自动变速器没有超速档故障？／131
398. 什么情况下自动变速器执行升降档位？／132
399. 怎么检查01M自动变速器升降档重叠故障？／132
400. 怎么检查帕萨特01N自动变速器档位不正确故障？／133
401. 怎么检查途胜越野车不能自动换档故障？／133
402. 怎么检查和排除突然没有倒档故障？／133
403. 变速器油温高会导致什么故障？／133
404. 什么原因导致变速器在P位和N位有异响？／134
405. 自动变速器内印制导线损坏会导致什么故障？／134
406. 自动变速器油泵磨损会导致什么故障？／134
407. 为什么变速杆不能从P位移出？／134
408. 怎么检修和排除凯美瑞轿车1档到4档时加速不良的故障？／134
409. 怎么检修和排除帕萨特轿车升档不顺畅故障？／135

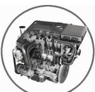


第三章　空调系统维修攻关精练/136

第一节　通识知识与技能/137

410. 空调系统由哪些部分组成？/137
411. 制冷基本原理是什么？空调制冷系统的工作原理是什么？/137
412. 冷冻油有什么作用？/137
413. 空调系统对冷冻油有什么要求？/137
414. 加注冷冻油要注意哪些事项？/138
415. 制冷剂 R134a 的特点是什么？/138
416. 制冷剂循环是怎么工作的？/138
417. 制冷剂循环回路（空调制冷系统）有哪些组件？/138
418. 进行制冷剂循环回路方面的工作时要注意哪些事项？/140
419. 外部调节式空调压缩机有什么特点和功用？/140
420. 储液罐和干燥器是怎么工作的？/140
421. 蒸发器是怎么工作的？/141
422. 蒸发器温度传感器（温度调节器）是怎么工作的？/141
423. 膨胀阀有什么作用？/143
424. 膨胀阀有哪些指标？/143
425. 什么是内平衡膨胀阀？/144
426. 什么是外平衡膨胀阀？/145
427. 什么是 H 形膨胀阀？/146
428. 暖风是怎样产生的？/147
429. 空调通风方式有哪几种？/147
430. 空气净化装置有什么作用？/148
431. 水暖式供暖系统的工作原理是怎样的？/148
432. 空调配气系统的工作过程是怎样的？/150
433. 自动空调系统的主要组成部件有哪些？/150
434. 什么是有效出气温度？/151
435. 出风气流是怎么控制的？/153
436. 内循环模式（进气）是怎么控制的？/153
437. 鼓风机电动机控制模块是怎样工作的？/154
438. 空气质量传感器是怎样工作的？/154
439. 自动空调系统的控制特点是怎样的？/154
440. 自动空调系统暖风和冷气的调节与控制是怎样的？/154
441. 什么是定排量空调系统？/156
442. 什么是变排量空调系统？/157
443. 汽车空调系统为什么采用变排量压缩机？/157
444. 变排量压缩机的主要优点有哪些？/157
445. 压力调节式变排量压缩机的工作原理是怎样的？/157
446. 压力调节式变排量压缩机的工作过程是怎样的？/158
447. 什么是斜盘式压缩机？/158
448. 斜盘式压缩机的工作原理是什么？/158
449. 摇板式压缩机的工作原理是什么？/159
450. 什么是旋叶式压缩机？/159
451. 旋叶式压缩机的工作原理是什么？/159
452. 涡旋式压缩机是怎样工作的？/160
453. 汽车空调系统中常用的压力开关有哪些类型？/160
454. 高压压力开关是怎样工作的？/160
455. 触点常开型压力开关是怎么工作的？/160
456. 触点常闭型压力开关是怎么工作的？/160
457. 低压开关是怎么工作的？/160
458. 三位压力开关的作用是什么？是怎么工作的？/161
459. 自动空调系统有哪些常用传感器？/161
460. 自动空调系统有哪些执行元件？/161
461. 自动空调电控单元的作用是怎样的？/161
462. 空调控制单元怎么控制空调系统？/162
463. 自动空调中为什么要设置鼓风机转速控制装置？/162
464. 空调的电器控制系统起什么作用？怎么执行工作？/162
465. 空调压力传感器的作用是什么？怎么执行工作？/162
466. 车外温度传感器的作用是什么？怎么执行工作？/162
467. 车内温度传感器的作用是什么？怎么执行工作？/162
468. 蒸发器温度传感器的作用是什么？怎么执行工作？/162
469. 日照传感器的作用是什么？怎么执行工作？/163
470. 什么是空调温度保护？/163

第二节　故障诊断与维修操作/163

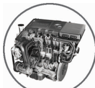


471. 怎样检测膨胀阀？/ 163
472. 怎样检修冷凝器？/ 164
473. 汽车空调压缩机常见故障有哪些？/ 164
474. 怎样加注和排放制冷剂？/ 164
475. 怎么对空调制冷系统抽真空？/ 165
476. 怎么检查和排除日照传感器故障？/ 165
477. 怎么检查和排除空气温度传感器故障？/ 167
478. 怎么检修压缩机不工作故障？/ 168
479. 怎么判断压缩机产生噪声？/ 168
480. 怎么判断是否压缩机机油不够？/ 168
481. 怎么判断压缩机内部是否有泄漏？/ 168
482. 怎么判断压缩机是否有外部泄漏？/ 168
483. 怎么检测蒸发器？/ 169
484. 怎么更换蒸发器？/ 169
485. 怎么使用电子检漏仪对空调系统检漏？/ 169
486. 怎么利用压力对空调系统检漏？/ 169
487. 怎么检修压缩机反复吸合故障？/ 169
488. 怎么检修空调制冷效果差故障？/ 170
489. 怎么检修空调系统不制冷故障？/ 170
490. 空调系统高、低压均低是什么问题？/ 170
491. 空调系统低压表指示接近零且高压低是什么问题？/ 170
492. 空调系统压力高是什么问题？/ 170
493. 空调系统低压过高且高压稍高是什么问题？/ 171
494. 空调系统低压负压而高压异常是什么问题？/ 171
495. 空调系统低压过高而高压过低是什么问题？/ 171
496. 怎么检修制冷剂或冷冻油导致的空调效果差故障？/ 171
497. 怎么检修制冷剂与冷冻油内有杂质导致的制冷效果差故障？/ 171
498. 怎么检查冷凝器散热问题导致的空调效果差故障？/ 171
499. 怎么检修压缩机传动带过松导致的空调系统效果下降故障？/ 171
500. 怎么检查和排除压缩机故障导致的空调不工作故障？/ 171
501. 为什么压缩机驱动盘会因过载而导致内部故障？/ 172
502. 怎么检修温度传感器故障导致的空调制冷效果差故障？/ 172
503. 怎么检修和排除空调压缩机反复吸合故障？/ 172
504. 怎么检修和排除蒸发器故障？/ 173
505. 怎么检修空调冷风出风口温度高故障？/ 173
506. 怎么检修冷却液温度传感器导致的空调故障？/ 173
507. 怎么检修和排除开空调出风口吹热风故障？/ 173
508. 怎么检修和排除低压管导致的空调不制冷故障？/ 174

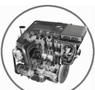
第四章　电气系统维修攻关精练 / 175

第一节　通识知识与技能 / 176

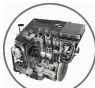
509. 怎样测量电压？/ 176
510. 什么是直流电压？/ 176
511. 什么是交流电压？/ 176
512. 什么是电荷载体？/ 176
513. 什么是电路？/ 176
514. 电流是怎样产生的？/ 176
515. 什么是直流电流？/ 176
516. 什么是交流电流？/ 176
517. 什么是脉动电流？/ 177
518. 怎样测量电流？/ 177
519. 电阻有什么作用？/ 177
520. 什么是导体的电阻？/ 177
521. 什么是作为元件使用的电阻？/ 177
522. 什么是机械可变电阻？/ 177
523. 什么是 NTC 热敏电阻器？/ 178
524. 什么是 PTC 热敏电阻器？/ 178
525. 什么是光敏电阻器（LDR）？/ 178
526. 怎样测量电阻？/ 178
527. 电容器是怎样工作的？/ 178
528. 电容器充电/放电有什么特性？/ 179
529. 电容器有哪几种类型？/ 179
530. 什么是电容？/ 179
531. 电容器串联是怎样的？/ 179
532. 电容器并联是怎样的？/ 180
533. 电容器在汽车上是怎样运用的？/ 180
534. 汽车上有哪些应用线圈的电感元件和零部



件？／180
535. 什么是导电体的磁场？／180
536. 什么是磁力线圈？／180
537. 什么是电磁感应？／180
538. 电磁感应在汽车上是怎样运用的？／180
539. 什么是半导体技术？／181
540. 二极管有什么作用？／181
541. 怎样检测二极管？／181
542. 什么是发光二极管？／181
543. 稳压二极管有什么作用？／181
544. 什么是光敏二极管？／182
545. 什么是整流二极管？／182
546. 什么是晶体管？／182
547. 什么是通路？／182
548. 什么是断路？／182
549. 什么是短路？／182
550. 什么是串联？／182
551. 什么是并联？／182
552. 什么是供电电源串联？／182
553. 什么是供电电源并联？／182
554. 什么是逻辑电路？／183
555. 什么是集成电路？／183
556. 怎样检测集成电路？／184
557. 怎样维修双列直插式集成电路？／184
558. 怎样维修四方扁平芯片？／184
559. 什么是集成运算放大器？／185
560. 什么是反相放大器？／185
561. 什么是同相放大器？／185
562. 电桥信号放大电路在汽车上是如何应用的？／186
563. 简单电压比较器在汽车上是如何应用的？／186
564. 滞回比较器在汽车上是如何应用的？／187
565. 窗口比较器在汽车上是如何应用的？／188
566. 继电器的基本原理是什么？／189
567. 继电器的作用是什么？／189
568. 汽车继电器的类型有哪些？／189
569. 什么是电子混合式继电器？／189
570. 前照灯继电器是怎样工作的？／189
571. 万用表的作用是什么？／190
572. 用万用表怎样测量交流电压？／190
573. 用万用表怎样测量直流电压？／190
574. 用万用表怎样测量电阻？／191
575. 用万用表怎样检测通断？／191
576. 用万用表怎样测试二极管？／191
577. 用万用表怎样测试直流电流？／191
578. 怎样衡量蓄电池的工作能力？／192
579. 什么是蓄电池的额定容量？／192
580. 什么是蓄电池的储备容量？／192
581. 什么是蓄电池的起动容量？／192
582. 怎样测试蓄电池？／193
583. 蓄电池怎样充电？／193
584. 怎样进行蓄电池充电系统测试？／194
585. 怎样诊断和排除蓄电池故障？／194
586. 蓄电池维护和使用应注意什么？／195
第二节　故障诊断与维修操作／195
587. 为什么使用能量管理系统？／195
588. 能量管理中蓄电池导线有什么特点？／195
589. 为什么要使用安全型蓄电池接线柱(SBK)？／196
590. 什么是总线端？／196
591. 什么是总线端30？／196
592. 什么是总线端R？／196
593. 什么是总线端15？／196
594. 什么是总线端31？／196
595. 为什么使用智能化发电机调节IGR？　／197
596. 充电状态和电压调节是怎样控制的？／197
597. 智能化发电机调节系统有哪几种运行状态？／197
598. 充电状态和电压调节是怎样控制的？／197
599. 智能化发电机调节系统较低功能运行状态是怎样的？／197
600. 智能化发电机调节系统中等功能运行状态是怎样的？／197
601. 智能化发电机调节系统较高功能运行状态是怎样的？／198
602. 双蓄电池系统的功能和工作原理是什么？／198
603. 双蓄电池系统起动模式是怎样工作的？／199
604. 双蓄电池系统发动机运行模式是怎样工作的？／199
605. 双蓄电池系统用电设备切断模式是怎样工作的？／199
606. 双蓄电池系统发动机运行时用电设备切断模式是怎样工作的？／199
607. 双蓄电池系统发动机熄火时用电设备切断模式是怎样工作的？／199
608. 奥迪A6轿车电源管理系统是怎么控制



的？／199
609. 奥迪 A6 轿车电源管理系统蓄电池管理器的任务是什么？／200
610. 电能管理控制单元的功能是什么？／200
611. 宝马 E70 电能管理系统使用什么规格的蓄电池？有什么特点？／200
612. 电源管理控制单元有哪些功能模块？作用是什么？／200
613. 车载网络的类型有哪些？／200
614. 静态电流管理器的任务是什么？有什么功能？／200
615. 电源管理系统关闭等级的控制原理是什么？／201
616. 静态管理器逐级降低静态电流的作用是什么？／202
617. 什么是普通硅整流发电机？／202
618. 什么是整体式硅整流发电机？／202
619. 什么是无刷硅整流发电机？／202
620. 什么是带有励磁机的无刷硅整流发电机？／202
621. 怎么检修充电不稳定故障？／203
622. 怎么检修发电机发电不足故障？／203
623. 什么故障导致充电指示灯点亮？／203
624. 怎么诊断蓄电池电量不足导致的车辆不能起动故障？／204
625. 发电机调节器有什么作用？／204
626. 晶体管调节器是怎么工作的？／204
627. 集成电路电压调节器是怎么工作的？／204
628. 电压调节器置于发电机内的电路原理是什么？／205
629. 怎样测量各接线柱之间的电阻？／205
630. 怎样进行发电机试验台试验？／205
631. 怎样检测与维修转子？／205
632. 怎样检测与维修整流器？／205
633. 怎样诊断和排除发电机充电故障？／205
634. 起动机是怎样执行起动工作的？／206
635. 为什么要在某些起动电路中装置继电器？／206
636. 怎样测试起动机消耗电流？／206
637. 发电机二极管损坏的主要原因是什么？／206
638. 发电机不发电的原因有哪些？／207
639. 发电机发电量不足有什么表现？原因有哪些？／207
640. 发电机发电量过高的原因有哪些？／207
641. 充电电流不稳定的原因有哪些？怎样排除？／207
642. 起动机电枢和磁场线圈间实际线路是怎样布置的？／207
643. 怎样测试起动电压？／208
644. 怎样测试起动机接触不良？／208
645. 怎样测试起动机搭铁？／208
646. 怎样测试开关电路？／208
647. 起动机运转无力故障怎么排除？／208
648. 起动机空转故障怎么排除？／208
649. 不了解电子控制单元怎么办？／208
650. 起动及充电装置是怎么控制的？／209
651. 发电机是怎么控制的？／210
652. 起动机是怎么控制的？／210
653. 车窗系统是怎么控制的？／210
654. 电动车窗是怎么控制的？／210
655. 电动玻璃升降器电动机是怎么控制的？／210
656. 电动车窗防夹功能是怎么控制的？／210
657. 刮水器和洗涤器是怎么控制的？／211
658. 刮水器开关是怎么控制的？／212
659. 汽车中产生直流（DC）信号的装置有哪些？／212
660. 汽车中产生交流（AC）信号的装置有哪些？／212
661. 汽车中产生频率调制信号的装置有哪些？／212
662. 汽车中产生脉宽调制信号的装置有哪些？／212
663. 汽车中产生串行数据（多路）信号的装置有哪些？／212
664. 什么是电压降？／212
665. 什么是对搭铁短路？／213
666. 什么是对电源短路？／213
667. 查阅电路图有什么要点？／213
668. 查阅电路图有什么技巧？／213
669. 电路图有什么基本特点？／213
670. 电流路径走向是怎样的？／214
671. 电路图最上边的内部正负线路是什么？／215
672. 什么是所谓的常电源线？／215
673. 什么是条件电源？／215
674. 什么是卸荷线？／216
675. 汽车电路接线有什么特点？／216
676. 电源系统的接线有什么特点？／216
677. 起动系统的接线有什么特点？／216



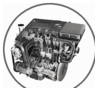
678. 照明系统的接线有什么特点？／217
679. 仪表报警系统的接线有什么特点？／217
680. 迈腾轿车点火开关是怎样控制的？／217
681. 迈腾轿车起动系统是怎么控制的？／217
682. 迈腾轿车起动系统电路路径是怎样的？／217
683. 北京现代轿车起动系统电路路径是怎样的？／217
684. 君威轿车风扇低速电路路径是怎样的？／218
685. 君威轿车风扇高速电路路径是怎样的？／220
686. 凯越轿车无雨量传感器的刮水系统是怎样控制的？／221
687. 凯越轿车刮水器高速控制电路路径是怎样的？／221
688. 凯越轿车刮水器低速控制电路路径是怎样的？／221
689. 凯越轿车刮水器间歇动作控制电路路径是怎样的？／221
690. 凯越轿车刮水片自动复位的控制电路路径是怎样的？／222
691. 凯越轿车电动洗涤液泵的控制电路路径是怎样的？／223
692. 凯越轿车自动空调除雾模式的控制电路路径是怎样的？／223
693. 怎么检修刮水器系统不工作故障？／223
694. 怎么检修刮水器系统无高速档故障？／223
695. 怎么检修刮水器系统无低速档故障？／224
696. 怎么检修刮水器系统无间歇档故障？／224
697. 怎样检查和测量起动机励磁绕组？／224
698. 怎样检查和测量起动机电刷与电刷架？／224
699. 怎样检查和测量起动机单向离合器？／224
700. 怎样识别起动机接线柱？／225
701. 怎样检查和排除捷达轿车起动机不转动故障？／225
702. 怎样检查和排除迈腾 LST 轿车起动机不转动故障？／225
703. 直流电输出是怎么形成的？／225
704. 怎样识别发电机接线柱？／226
705. 怎样检测交流发电机定子？／226
706. 怎样检测集成电路电压调节器？／227
707. 怎么判断充电系统异常？／227
708. 怎么检查充电系统？／227
709. 维护前照灯需要注意哪些事项？／228
710. 远光是怎么控制的？／228
711. 怎样检修远光控制电路故障？／228
712. 驻车灯是怎么控制的？／229
713. 怎样检修驻车灯控制电路故障？／229
714. 乘客舱变光电路是怎么控制的？／229
715. 怎样检修乘客舱变光控制电路故障？／229
716. 前雾灯电路是怎么控制的？／229
717. 怎样检修前雾灯控制电路故障？／229
718. 制动灯电路是怎么控制的？／229
719. 怎样检修制动灯控制电路故障？／230
720. 牌照灯电路是怎么控制的？／230
721. 怎样检修牌照灯控制电路故障？／230
722. 中央高位制动灯电路是怎么控制的？／230
723. 怎样检修中央高位制动灯控制电路故障？／230
724. 前转向信号电路是怎么控制的？／231
725. 怎样检修前转向信号控制电路故障？／231
726. 怎样检修转向信号电路对蓄电池短路？／231
727. 什么是发动机控制单元的常供电源？／231
728. 什么是发动机控制单元的点火开关电源？／232
729. 怎么检查燃油泵继电器？／232
730. 什么是点火提前角控制？／232
731. 什么是通电时间（闭合角）控制？／232
732. 什么是怠速控制？／232
733. 怎么检测冷却液温度传感器？／232
734. 怎么检测曲轴位置传感器？／233
735. 凸轮轴位置传感器与点火是什么关系？／233
736. 怎么检测爆燃传感器？／233
737. 怎么进行氧传感器反馈电压测试？／234
738. 怎么用电压判断氧传感器故障？／234
739. 怎么进行氧传感器加热器电阻检测？／235
740. 电动燃油泵是怎样运行的？／235
741. 电动燃油泵继电器工作电路是怎样的？／235
742. 电动燃油泵工作电路是怎样的？／235
743. 怎么检查燃油泵电动机故障？／236
744. 怎么用传统的方法测试喷油器？／236
745. 怎么单体测试喷油器？／236
746. 怎么断油（缸）测试喷油器？／236
747. 怎么测量喷油器电磁线圈阻值？／237
748. 喷油器控制电路是怎样的？／237
749. OBD-Ⅱ维修应用有哪些关键点？／237
750. 传感器自诊断的原理是什么？／238
751. 冷却液温度传感器故障是怎样设置的？／239
752. 怎样控制和调节氙气灯？／239
753. 氙气灯自适应前照灯的作用范围是什



么？／240
754. 氙气灯自适应调节装置的内部结构是怎样的？／240
755. 怎样设定奥迪轿车氙气前照灯系统？／241
756. 雅阁轿车电动车窗是怎么控制的？／242
757. 怎么检修雅阁轿车电动车窗故障？／243
758. 怎么排除凯越轿车的刮水器故障/ 243
759. 怎么检修大众途锐轿车照明距离调节装置警告灯点亮故障？／243
760. 怎么检修奥迪 C6 轿车右前座椅不能调节故障？／244
761. 怎么检修奥迪 A5 轿车喇叭不响故障？／244
762. 朗逸轿车 Kessy 无钥匙系统的特点是什么？／244
763. 怎样诊断无钥匙系统故障？／245
764. 奥迪 A5 轿车高级无钥匙系统工作流程怎样的？／245
765. 什么情况下防盗系统进入警戒状态？／245
766. 防盗系统的触发报警条件是什么？／245
767. 怎么解除防盗系统报警？／245
768. 如何防止电路搭铁不良故障？／246
769. 怎么检修汽车搭铁线断路故障？／246
770. 怎么检修汽车搭铁接触不良故障？／246
771. 怎么检修汽车线路馈电端短路故障？／246
772. 怎么排除导线的故障？／246
773. 车载网络系统有什么特点？／246
774. 什么是 LAN 系统？／247
775. 车载 CAN 总线系统有哪些特点？／247
776. 怎么检测 CAN 系统节点故障？／247
777. 怎么判断 CAN 系统通信线路故障？／247
778. 怎么检测 CAN 系统电源系统故障？／247
779. 怎么检修和排除朗逸轿车电动车窗不能升降的故障？／247
780. 怎么检修和排除右前车门车窗玻璃升降器不能升降的故障？／248
781. 怎么检修和排除天窗故障？／248
782. 机油压力报警系统电路是怎样控制的？／248
783. 机油压力低压开关是怎样控制的？／249
784. 机油压力高压开关是怎样控制的？／249
785. 机油压力控制过程是怎样的？／249
786. 怎么检查机油压力系统线路？／249
787. 凯越轿车燃油油位传感器是怎么控制的？／249
788. 怎么检修凯越轿车燃油表常见故障？／250
789. 凯越轿车燃油表有什么特殊故障？／250
790. 怎么排除新帕萨特轿车电子驻车指示灯报警故障？／251
791. 怎么检修新帕萨特轿车发动机部件供电继电器故障？／251

第五章　底盘维修攻关精练／252

第一节　通识知识与技能／253
792. 钢板弹簧式非独立悬架的结构是怎样的？／253
793. 钢板弹簧式非独立悬架有什么特别作用？／253
794. 什么是螺旋弹簧式非独立悬架？／253
795. 独立悬架有什么特点？／253
796. 双叉臂式悬架有什么特点？／253
797. 麦弗逊式独立悬架有什么特点？／254
798. 多连杆式独立悬架有什么特点？／254
799. 前悬架的作用是什么？／254
800. 前悬架的原理是什么？／254
801. 稳定杆的作用是什么？／254
802. 典型的后悬架结构是怎样的？／254
803. 空气悬架的作用是什么？／254
804. 电控空气悬架减振器的结构原理是什么？／255
805. 电控空气悬架空气总成的结构是怎样的？安装在什么位置？／255
806. 什么是扭转梁式悬架？／256
807. 电控空气悬架压力传感器的结构原理是怎样的？作用是什么？／256
808. 电控空气悬架车身速度传感器的结构是怎样的？作用是什么？／256
809. 电控空气悬架车身水平传感器是怎样的？／257
810. 主动车身稳定控制系统的组成部件有哪些？／257
811. 主动悬架的基本特点是什么？／257
812. 主动悬架主要有什么类型？／257
813. 主动车身稳定控制系统的特点是什么？／257



814. 什么是连续性阻尼控制系统？／257
815. 什么是底盘线控系统？／257
816. 什么是连续控制底盘系统？有什么作用？／258
817. 连续控制底盘系统的原理是什么？／258
818. 带有车身水平高度控制和高度调节功能的空气悬架系统有什么特点？／258
819. 不同的水平高度是怎么设置的？／258
820. 一般地形高度是怎么设置的？／258
821. 特殊地形高度是怎么设置的？／258
822. 低位高度是怎么设置的？／258
823. 装载高度是怎么设置的？／258
824. 转向节是怎样的？／259
825. 梯形连杆是怎样的？／259
826. 上部横向导臂是怎样的？／259
827. 转向系统的作用是什么？有哪些重要组成机构（部件）？／259
828. 转向操纵机构是怎样的？／259
829. 转向管柱和转向轴的安装结构是怎样的？／259
830. 可收缩转向操纵机构的安装结构是怎样的？／260
831. 转向机的类型有哪些？／260
832. 什么是循环球式转向机构？／260
833. 什么是齿轮齿条式转向机构？／260
834. 液压动力转向系统的作用是什么？／260
835. 动力转向系统有哪些主要组件？／260
836. 液压动力转向系统有哪几种类型？／260
837. EPS 电子转向系统由哪些组件组成？特点是什么？／261
838. 电控机械助力转向系统的结构是怎样的？／261
839. 转向角传感器的工作原理是怎样的？有何作用？／262
840. 转向力矩传感器的作用是什么？／262
841. 转向力矩传感器的信号是怎样产生的？／262
842. 转向力矩传感器怎么判断转向？／262
843. 转向力矩传感器失效有什么影响？／262
844. 转子位置传感器的结构是怎样的？有何作用？／262
845. 转子位置传感器的工作原理是怎样的？／263
846. 转向辅助控制单元 J500 的工作原理是怎样的？有何作用？／263
847. 电动机械式助力转向电动机 V187 的工作原理是怎样的？有何作用？／264
848. 电动机械式转向系统是怎样控制的？／264
849. 电控机械助力转向系统的控制过程（随速控制）是怎样的？／264
850. 驻车时的转向过程是怎样的？／265
851. 市区行驶时的转向过程是怎样的？／265
852. 高速公路行驶时的转向过程是怎样的？／265
853. 主动式复位的过程是怎样的？／266
854. 直线行驶修正的过程是怎样的？／266
855. 怎样拆解维修液压动力转向机？／266
856. 制动系统的作用是什么？基本原理是怎样的？／266
857. 制动总泵的工作过程是怎样的？／266
858. 行车制动器的作用是什么？由哪些机构和部件组成？／267
859. 制动助力器和串联制动主缸的作用是什么？／268
860. 制动总泵的作用是什么？怎么维护？／268
861. 制动踏板的作用是什么？怎么维护？／268
862. 鼓式制动器的作用是什么？怎么维护？／268
863. 盘式制动器的工作过程是怎样的？／268
864. 怎样维护盘式制动器？／268
865. 机械驻车制动器（非电子）的结构是怎样的？具体作用是什么？／268
866. 防抱死制动系统（ABS）的作用是什么？／268
867. 什么是制动效能？／269
868. ABS 是怎么分类的？／269
869. ABS 的组成有哪些？／269
870. 轮速传感器是怎么工作的？／269
871. 怎样检查轮速传感器？／270
872. 怎样测试轮速传感器？／270
873. ABS 电子控制单元是怎样工作的？／270
874. ABS 警告灯是怎样工作的？／270
875. ABS 控制过程是怎样的？／270
876. ABS 建压阶段是怎样工作的？／271
877. ABS 保压阶段是怎样工作的？／271
878. ABS 降压阶段是怎样工作的？／271
879. ABS 升压阶段是怎样工作的？／271
880. 什么是电子制动力分配（EBD）？／271
881. 什么是 ASR 系统？／271
882. ASR 和 ABS 的相同点是什么？／271
883. ASR 和 ABS 的区别是什么？／272
884. ASR 系统常用的控制方式是什么？／272



885. ABS工作时有什么表现？/ 272
886. ABS故障有什么表现？/ 272
887. 带ABS的车辆怎么进行液压制动系统排气？/ 272
888. EBA电子制动力辅助系统的作用是什么？/ 273
889. TCS与ABS有什么区别？/ 273
890. 可变传动比转向系统的控制过程是怎样的？/ 273
891. 可变传动比转向系统的作用是什么？/ 274
892. 可变传动比转向系统中转向执行器总成的结构是怎样的？各主要部件是怎样工作的？/ 274
893. 可变传动比转向系统的工作原理是怎样的？/ 274
894. 电控驻车制动系统的作用是什么？是怎样实现的？/ 275
895. 传统驻车制动和电子机械制动有哪些异同？/ 275
896. EPB系统的主要组成部件有哪些？/ 275
897. EPB系统驻车制动电动机是怎么工作的？/ 276
898. EPB系统后轮执行元件斜轴轮盘机构是怎样工作的？/ 276
899. 什么是车辆动态行驶平稳控制系统？VDC系统的工作原理是什么？/ 277
900. VDC系统主要传感器有哪些？/ 277
901. 轮胎压力监测系统的作用是什么？有哪些类型？/ 277
902. 轮胎压力监测显示（TPMD）的特点是什么？有哪些主要元件？怎么进行监控的？/ 278
903. 轮胎压力监测显示（TPMD）怎样校准？/ 279
904. 胎压监控终止条件是什么？/ 279
905. 轮胎压力监测显示（TPMD）中更换ABS泵总成要注意什么？/ 279
906. 不带车轮位置识别的TPM系统的工作特点是什么？组成结构是怎样的？怎样操作？/ 279
907. 不带车轮位置识别的TPM系统中怎么设定胎压？/ 280
908. 不带车轮位置识别的TPM系统中车轮压力电子装置元件有哪些？/ 280
909. 不带车轮位置识别的TPM系统中数据传输的作用有哪些？/ 280
910. 轮胎压力数据传输的状态和条件是什么？/ 280
911. TPM系统中更换轮胎后怎么设定？/ 280
912. TPM系统中什么情况下故障警告灯点亮？/ 281
913. 带车轮位置识别的TPM系统是怎么控制的？/ 281
914. 带车轮位置识别的TPM系统工作过程是怎样的？/ 281
915. 怎样诊断胎压监控单元J793及四轮压力参数？/ 281
916. 轮胎的标示有什么含义？/ 282
917. 轮胎的速度等级有哪些？/ 282
918. 轮胎的性能有什么要求？/ 282
919. 对于轮胎使用寿命的影响有哪些？/ 283
920. 对于轮胎压力有什么要求？/ 283
921. 对轮纹深度的测量有什么要求？/ 283
922. 轮胎上的颜色标记有什么含义？/ 284
923. 汽车定位测量参数有哪些？/ 284
924. 汽车定位相互影响的参数有哪些？/ 284
925. 车轮外倾角的作用是什么？对车辆有什么影响？/ 285
926. 前束的作用是什么？对车辆有什么影响？/ 285
927. 主销后倾角的作用是什么？对车辆有什么影响？/ 285
928. 主销内倾角作用的是什么？对车辆有什么影响？/ 285
929. 四轮定位仪的测量方法有哪些？/ 285
930. 非接触式激光传感器的测量原理是什么？/ 286
931. 激光测量原理是什么？/ 286
932. 转向盘不正如何调整？/ 286
933. 车轮和轮胎运转不平顺的原因是什么？/ 286
934. 车轮和轮胎平衡前应满足什么条件？/ 286
935. 怎样进行车轮和轮胎平衡测试？/ 287
936. 由于低胎压造成的轮胎损坏有什么故障特征？/ 287

第二节 故障诊断与维修操作/ 287

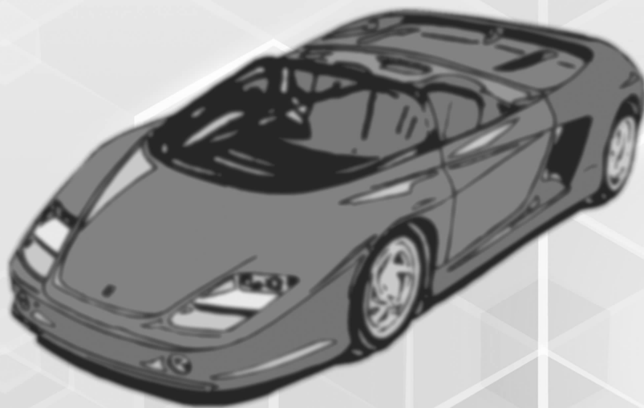
937. 怎样手动设置高度？/ 287
938. 电控空气悬架控制单元出现故障怎么办？/ 288
939. 电控空气悬架传感器出现故障怎么办？/ 288
940. 电控空气悬架空气弹簧出现故障怎么

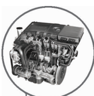
办？／288
941. 怎样检查和拆装转向球头？／289
942. 怎样检查和更换减振器？／289
943. 怎样拆装传动轴总成？／289
944. 怎样拆装后轮轴承？／290
945. 怎样拆卸后桥？／290
946. 怎样拆卸凯越轿车转向节总成？／290
947. 怎样安装凯越轿车转向节总成？／290
948. 怎么样进行电动机械式转向系统的设定？／291
949. 更换转向机后无法进行基本设定怎么办？／291
950. 电动助力转向系统操纵、维修诊断要注意什么？／291
951. 电动助力转向系统变得特别沉重怎么检修？／292
952. 电控液压助力转向系统变得特别沉重怎么检修？／292
953. 动力转向系统转向沉重故障怎么排除？／292
954. 动力转向系统转向泵异响故障怎么排除？／293
955. 动力转向系统转向时转向盘发抖故障怎么排除？／293
956. 怎么测试动力转向系统？／293
957. 动力转向液泄漏是什么原因？／294
958. 转向柱锁集成开关故障怎么排除？／294
959. 转向柱锁止电动机锁止电路故障怎么排除？／294
960. EPB 系统怎样调整制动蹄片间隙？／295
961. EPB 系统车辆怎么更换后制动片？／295
962. 怎样拆装驻车制动电动机？／295
963. 制动失效故障怎么排除？／295
964. 制动不灵故障怎么排除？／296
965. 制动跑偏故障怎么排除？／296
966. 制动拖滞故障怎么排除？／297
967. 机械驻车制动不良怎么排除？／297
968. 怎么拆卸制动摩擦片？／298
969. 怎么安装制动摩擦片？／298
970. 怎么拆卸制动钳？／298
971. 怎么安装制动钳？／299
972. 怎么拆卸盘式后轮制动片？／299
973. 怎么安装盘式后轮制动片？／299
974. 怎么拆卸盘式后制动钳？／299
975. 怎么安装盘式后制动钳？／299
976. 怎么拆卸后轮鼓式制动器？／300
977. 怎么拆卸后轮鼓式制动蹄片？／300
978. 怎么安装后轮鼓式制动蹄片？／300
979. 怎么调整盘式驻车制动装置？／300
980. 怎么调整鼓式驻车制动装置？／300
981. 怎样分析实际 TPMS（轮胎压力监控系统）故障灯报警？／300
982. 轮胎偏磨是什么原因？／302
983. 轮胎外胎肩磨损是什么原因？／302
984. 轮胎对角线斑点磨蚀是什么原因？／302
985. 轮胎锯齿形磨损是什么原因？／302
986. 车辆行驶跑偏路试有哪些条件？／302
987. 怎么调整轮胎引起的车辆跑偏？／303
988. 怎么判断手动变速器低速异响？／303
989. 怎么判断手动变速器加减速异响？／303
990. 怎么判断手动变速器振动异响？／304
991. 怎么判断手动变速器空档异响？／304
992. 怎么判断手动变速器倒档异响？／304
993. 自动变速器异响有什么特征？／304
994. 怎么判断变矩器异响？／304
995. 怎么判断自动变速器油泵异响？／304
996. 怎么判断行星齿轮系异响？／305
997. 怎么判断离合器异响？／305
998. 怎么检修差速器异响？／305
999. 低速行驶换档故障怎么排除？／305
1000. 自动变速器升档慢故障怎么排除？／306

参考文献／307

第一章

发动机维修攻关精练






第一节　通识知识与技能

1. 双凸轮轴可变正时系统的作用和特点是什么?

可变凸轮轴控制装置（图 1-1）使发动机具有更平稳的怠速，更大的转矩，更灵活的动力：宝马 Double-VANOS 双凸轮轴可变气门正时系统改变凸轮轴的正时，让功率在整个转速范围内都得到优化，从而获得更高的燃油效率和更低的排放。

双凸轮轴可变气门正时系统可持续调节进气门和排气阀的凸轮轴位置，由此带来低发动机转速时转矩的明显增大，以及高发动机转速的时功率的升高，同时降低油耗和排放。



图 1-1　宝马可变凸轮轴控制装置

在低发动机转速时，移动凸轮轴的位置，使气门延时打开，提高怠速质量并改进功率输出的平稳性。在发动机转速增加时，气门提前打开，增强转矩，降低油耗并减少排放。高发动机转速时，气门重新延时打开，为全额功率输出提供条件。

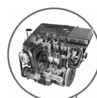
双凸轮轴可变气门正时系统还控制着循环返回进气歧管的废气量以增强燃油经济性。系统在发动机预热阶段使用一套专用参数以帮助三元催化转换器更快达到理想工作温度并降低排放。整个过程由车辆的汽油发动机电子控制系统（DME）控制。BMW 是最早应用可调式凸轮轴控制装置技术的公司。

2. 全可变进气门系统的作用和特点是什么?

宝马 Valvetronic（图 1-2）是具有全可变进气门升程控制功能的气门驱动系统，发动机输出由无级可变进气门升程控制，不再需要以往汽油发动机中必不可少的节气门。这种进气门升程功能可以通过控制吸入发动机的空气量，将功率损失保持在极低的水平。表现在实际行驶过程中，Valvetronic 电子气门技术带来的是更高的燃油经济性、更低的废气排放量以及更佳的响应和更高水准的运转平稳性。

BMW 的 Valvetronic 系统在传统的配气相位机构上增加了一根偏心轴，一个步进电动机和中间推杆等部件，该系统借由步进电动机的旋转，再在一系列机械传动后很巧妙地改变了进气门升程的大小。

当凸轮轴运转时，凸轮会驱动中间推杆和摇臂来完成气门的开启和关闭。当电动机工作时，蜗轮蜗杆机构会首先驱动偏心轴发



生旋转，然后中间推杆和摇臂会产生联动，偏心轴旋转的角度不同，最终凸轮轴通过中间推杆和摇臂顶动气门产生的升程也会不同。在电动机的驱动下，进气门的升程可以实现0.18～9.9mm之间的无级变化，如图1-3所示。

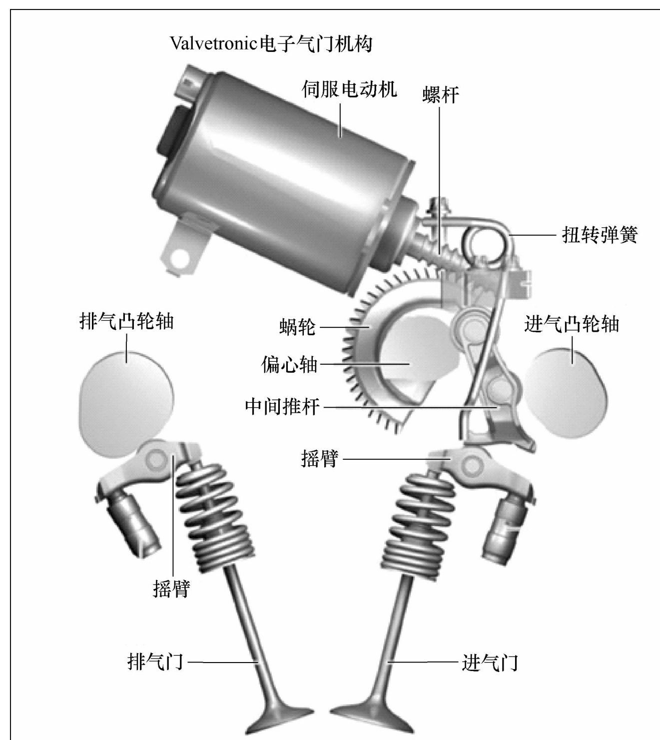


图1-2 宝马 Valvetronic 系统

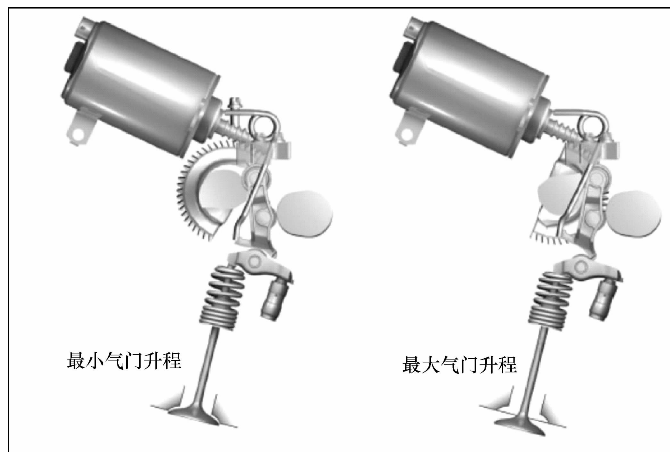
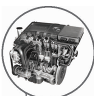


图1-3 气门升程

BMW的Valvetronic技术已经覆盖了旗下的多款发动机，包括目前陆续推出的涡轮增压新动力。该技术能够让发动机对驾驶人的意图做出更迅捷的反馈，同时通过发动机管理系统对气门升程的精确控制，实现了车辆在各种工况和负荷下的最佳动力匹配。



3. 可变气门的作用和特点是什么？

发动机上的气门可变驱动机构可以通过两种形式实现，一种是凸轮轴和凸轮可变系统，就是通过凸轮轴或者凸轮的变换来改变配气相位和气门升程；另一种是气门挺杆可变系统，工作时凸轮轴和凸轮不变动，气门挺杆，摇臂或拉杆靠机械力或者液压力的作用而改变，从而改变配气相位和气门升程。

可变气门是指发动机的气门的正时和升程是可以根据行驶情况变化的，以提高动力性能和节油效果。

把气门提得更高些（改变升程），或延长气门的打开时间（改变正时），便能满足需求，从而提高动力；反之，当在低速时，最好少吸入混合气，则可以降低气门的升程或缩短打开时间，从而节省燃料。

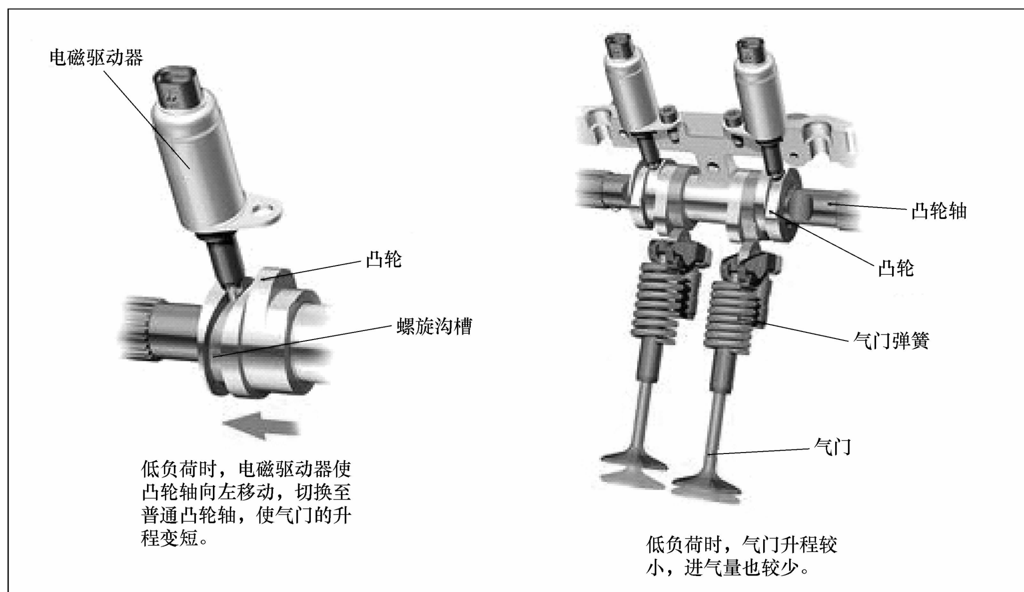


图 1-4　奥迪可变气门系统

虽然各个厂家所采用的执行机构不尽相同，但基本上都是控制气门的升程或正时，或对气门正时和升程同时进行控制，因为气缸的进气量或排气量主要取决于气门的升程和正时。可变气门可以使气门在低速时进排气少点，在高速时进排气多点，使燃烧更完全，对动力、节油、排放都有更好的效果。奥迪可变气门系统如图 1-4 所示。

4. 本田 VVT-i 的作用和特点是什么？

VVT-i（Variable Valve Timing-intelligent）是丰田注册的发动机可变气门技术，即智能可变配气正时系统。它的最大特点是可根据发动机的状态来控制进气凸轮轴，通过调整凸轮轴转角对配气时机进行优化，以获得最佳的配气正时，从而在所有速度范围内提高转矩，并能在一定程度上改善燃油经济性，有效提高汽车的功率与性能，减少油耗和废气排放。

VVT-i 由传感器、电控单元、液压控制阀和控制器等组成，按照控制器的安装部位不同而分成两种：一种是安装在排气凸轮轴上的，称为叶片式 VVT-i，如说丰田大霸王；另一种是安装在进气凸轮轴上的，称为螺旋槽式 VVT-i，雷克萨斯 400、430 等高级轿车就是采用的此种形式。

丰田 VVT-i 发动机的 ECM 能够在各种行驶工况下自动搜寻一个对应发动机转速、进气量、节气门位置和冷却液温度的最佳气门正时，控制凸轮轴正时液压控制阀，并通过

各个传感器的信号来感知实际气门正时，然后再执行反馈控制，补偿系统误差，达到最佳气门正时的位置，从而能有效地提高汽车的功率与性能，尽量减少耗油量和废气排放。

发动机可变气门正时技术（Variavle Valve Timing，VVT）是近些年来被逐渐应用于现代轿车上的新技术中的一种，发动机采用可变气门正时技术可以提高进气充量，使充量系数增加，发动机的转矩和功率可以得到进一步的提高。

5. 双 VVT-i 系统的作用和特点是什么？

VVT-i 系统只对进气门的正时进行控制和调节，而双 VVT-i 系统则对进气门和排气门都进行控制和调节，如图 1-5 所示。相对而言，双 VVT-i 可以使发动机的运行效率更高。

丰田卡罗拉轿车双 VVT-i 系统分别控制发动机的进气系统和排气系统。在急加速时，控制进气的 VVT-i 会提前进气，而控制排气的 VVT-i 会推迟排气，此效果如同一个较小的涡轮增压器，能有效地提升发动机动力。同时，由于进气量的加大，也使得汽油的燃烧更加完全，达到低排放的目的。

发动机 ECU 根据发动机的转速、进气量以及节气门位置和冷却液温度计算出一个最优气门正时，并且向凸轮轴正时机油控制阀发出控制指令。凸轮轴正时机油控制阀根据所发出的指令选择至 VVT-i 控制器的不同油路，使之处于提前、滞后或保持 3 个不同的工作状态。此外，发动机 ECU 根据来自凸轮轴和曲轴位置传感器的信号检测实际的气门正时，从而尽可能地进行反馈控制，以便获得预定的气门正时。

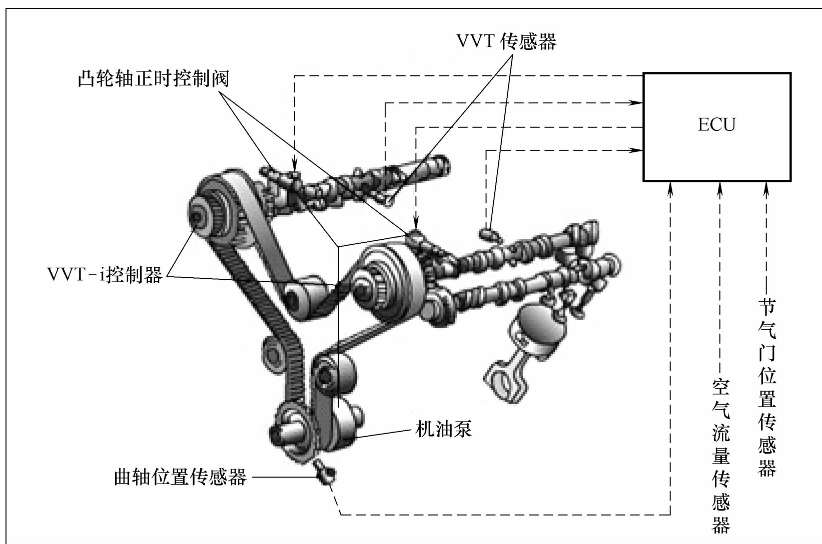
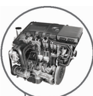


图 1-5　双 VVT-i 控制系统

6. 本田 i-VTEC 的作用和特点是什么？

i-VTEC 是智能可变气门正时和气门升程电子控制系统（Intelligent Variable Timing and Lift Electronic Control System）的英文缩写。可以说 i-VTEC 是 VTEC 的升级版，VTEC 是本田更早些时候开发的发动机技术，也是为了省油而开发的，最早用在本田的 F1 赛车上，后来才引用到批量生产车型上。

与普通发动机相比，VTEC 发动机所不同的是凸轮与摇臂的数目及控制方法，它有中低速用和高速用两组不同的气门驱动凸轮，并可通过电子控制系统的调节进行自动转化。通过 VTEC 系统装置，发动机可以根据行驶工况自动改变气门的开启时间和提升



程度，达到改变进气量和排气量的效果，从而降低油耗，还能在一定程度上减少不必要的排放。

i-VTEC 系统是在 VTEC 的基础上，添加了一个智能型可变正时控制系统，通过 ECU 控制程序调节进气门的开启与关闭，使气门的重叠时间更加精确，达到最佳的进、排气时机，并且进一步提高了发动机的功率。如今在本田的主要产品上 VTEC 已被 i-VTEC 所取代，如图 1-6 所示。



图 1-6　本田 i-VTEC

7. 可变进气系统的作用和特点是什么？

可变进气系统（图 1-7）通过改变进气管的长度和截面积，提高燃烧效率，使发动机在低转速时更平稳、转矩更充足，高转速时更顺畅、功率更强大。



图 1-7　可变进气系统



进气歧管一端与进气门相连，一端与进气总管后的进气谐振室相连，每个气缸都有一根进气歧管。发动机在运转时，进气门不断地开启和关闭，气门开启时，进气歧管中的混合气以一定的速度通过气门进入气缸，当气门关闭时混合气受阻产生反弹，周而复始会产生振动频率。如果进气歧管很短，显然这种频率会更快；如果进气歧管很长的话，这个频率就会变得相对慢一些。如果进气歧管中混合气的振荡频率与进气门开启的时间达到共振的话，那么此时的进气效率显然是很高的。因此可变进气歧管，在发动机高速和低速时都能提供最佳配气。

发动机在低转速时，用又长又细的进气歧管，可以增加进气的气流速度和气压强度，并使得汽油得以更好地雾化，燃烧得更好，提高转矩。

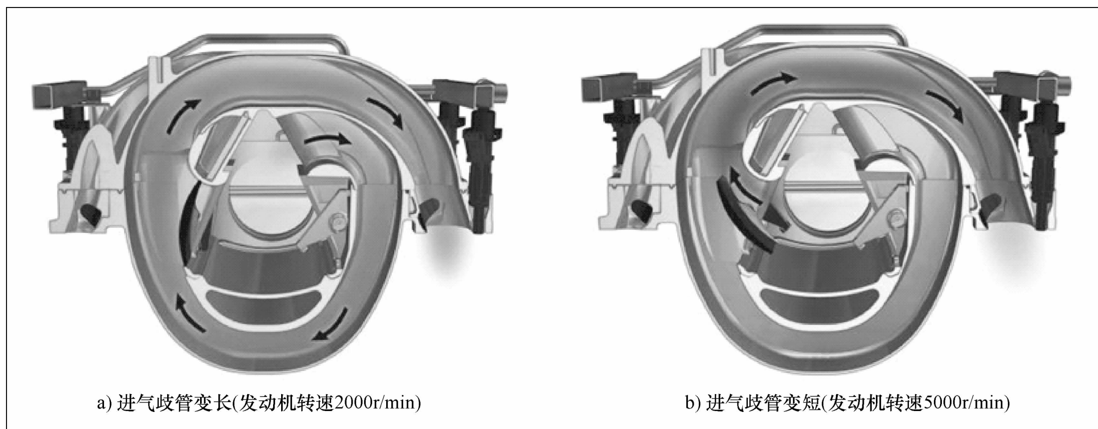
发动机在高转速时需要大量混合气，这时进气歧管就会变得又粗又短，这样才能吸入更多的混合气，提高输出功率。

8. 可变进气系统的原理是什么？

发动机转速低时，进气流速比较低，这不利于保证低速时的出速。如果能将进气管道的长度变短一些（图 1-8），便可提高进气速度，从而将进气流速控制在一个合理的范围内。具体做法是关闭或打开进气道中的一些阀门，让气流走捷径或绕远便可达到改变进气管长度的目的。

例如，当发动机在 2000r/min 低转速运转时，黑色控制阀关闭，气流被迫从长歧管流入气缸，此时，进气歧管的固有频率得以降低，以适应气流的低转速。当发动机转速上升到一定程度时，如 5000r/min 时，此时该控制阀开启，气流绕开下部导管直接注入气缸，这样更利于高速进气。

宝马装配的 V12 发动机则采用了另一种进气管长度连续可变的设计。它在进气机构中间设计了一个转子来控制进气歧管的长度，通过转子角度的变化，使进气气流进入气缸的长度连续可变。这样更能满足各个转速下的进气效率需求，提高动力输出和燃油经济性。



a) 进气歧管变长(发动机转速2000r/min)　　b) 进气歧管变短(发动机转速5000r/min)

图 1-8　可变进气管变化

9. 什么是可变排量？

（1）可变排量基本特点　可变排量可以理解为按需气缸管理系统，顾名思义，是一套依靠对车辆动力需求（发动机负荷）的判断，来对发动机的工况进行相应调整的系统。例如奥迪 4.0TFSI 双涡轮增压发动机，在发动机负荷较低的情况下，系统会关闭发动机的 4 个气缸，使发动机仅以 4 个气缸来工作，这其实就是我们比较熟悉的可变排量控制系统，不同的厂商，对其有多种不同的叫法，如“VCM”“MDS”“AFM”等。在奔驰、本田、



通用、克莱斯勒等品牌的产品上都有这种通过关闭气缸来节约能耗的技术。

（2）实现可变排量方式　在实现可变排量方式上，也与其他制造商大同小异，它是依靠升级版的奥迪可变气门升程控制系统（AVS），在其凸轮轴增加了一套“零升程”的凸轮而实现的。当切换到这套“零升程”凸轮时，凸轮轴将无法驱动气门运动，2、3、5、8 缸的进排气门便处于关闭状态，如图 1-9 所示。

要实现关闭气缸运行，需要发动机的工况满足以下条件：首先，发动机的转速应高于怠速，在 960～3500r/min 之间，发动机输出转矩在峰值转矩的 25%～40% 之间，其次，冷却液的温度要高于 30℃，而且变速器的档位要处在 3 档以上。而变速器的运动模式并不会影响系统的工作。

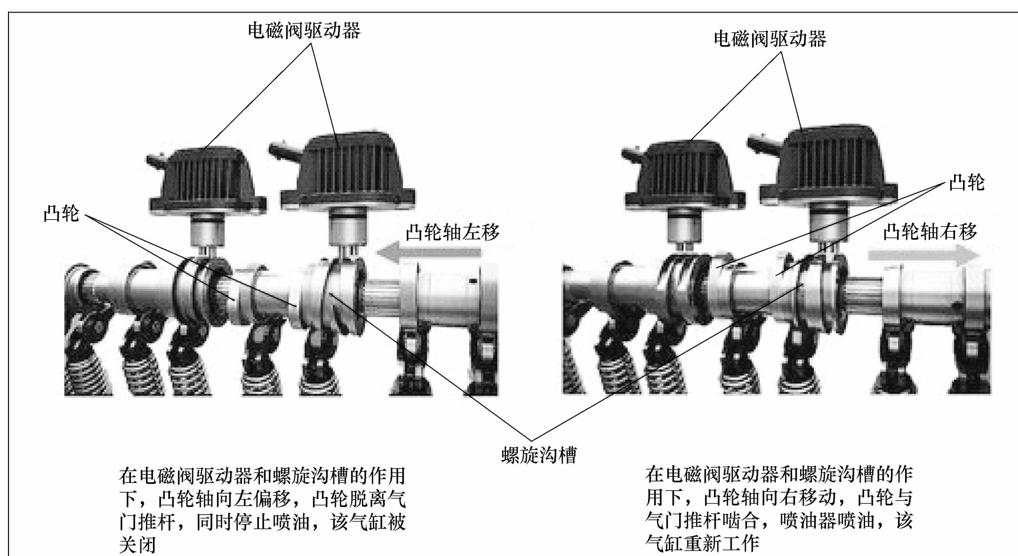


图 1-9　发动机气缸关闭示意图

10. 发动机电气系统有哪些部件？

（1）电控燃料喷射系统　汽油机电控燃油喷射系统由空气供给系统、燃油供给系统和电控系统 3 部分构成。

1）空气供给系统包括：空气滤清器、空气流量传感器、进气软管、进气歧管、动力腔、节气门位置传感器、进气温度传感器。

2）燃油供给系统包括：燃油箱、电动燃油泵、输油管、燃油滤清器、油压调节器、燃油分配管（器）、喷油器和回油管。

3）电控系统包括：传感器、电子控制单元（ECU）和执行器。

（2）起动系统　起动系统主要由起动机、起动开关、起动继电器和蓄电池等组成。其作用是将静止的发动机起动并转入自行运转。

（3）点火系统　点火系统主要由点火开关、点火模块（点火器）、点火线圈、高压组线、火花塞等组成，其作用是按规定时刻向气缸内提供电火花以点燃气缸中的可燃混合气。

（4）电源系统　电源系统主要是由蓄电池、发电机及调节器等组成，其作用是为发动机及汽车电气设备提供稳定的电能。

11. 发动机电控喷射系统的基本原理是什么？

电控发动机利用系统中的各传感器将监测到的发动机运行状态参数转换成电信号，输入到发动机电子控制单元 ECU 中，ECU 根据这些信号，计算出喷油器的通电时间，并接通喷油器电路，使喷油器喷油，从而对喷油器的喷油时刻、喷油量进行精确地控制，形成最佳的可燃混合气送入气缸以供燃



烧，并将燃烧生成的废气排出。

12. 什么是稀薄燃烧?

稀薄燃烧是指空燃比大于理论空燃比14.7∶1时的燃烧。这是提高燃油经济性的重要手段，发动机稀薄燃烧技术是为了让混合气得到更加充分的燃烧，达到降低油耗和排放的目的。

稀薄燃烧应用于汽油机缸内直接喷射技术。因此要实现分层燃烧必须基于缸内直喷，缸内直喷汽油机稀薄燃烧技术可以分为均质稀燃和分层燃烧两种燃烧模式，如图1-10所示。

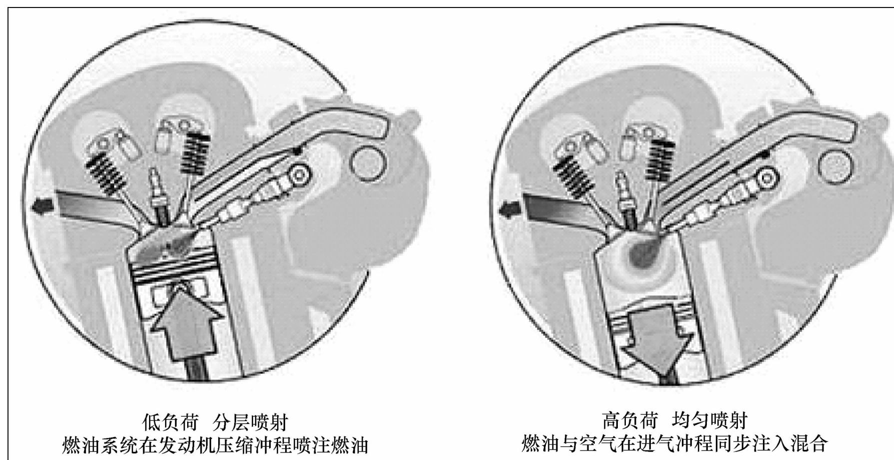


图 1-10 稀薄燃烧

13. 发动机实现稀薄燃烧的关键技术有哪些?

（1）提高压缩比 采用紧凑型燃烧室，通过改进进气口位置使缸内形成较强的空气运动旋流，提高气流速度，将火花塞置于燃烧室中央，缩短点火距离，将压缩比提高至13∶1左右，促使燃烧速度加快。

（2）分层燃烧 如果稀薄燃烧技术的混合比达到25∶1以上，按照常规是无法点燃的，因此必须采用由浓至稀的分层燃烧方式。通过缸内空气的运动在火花塞周围形成易于点火的浓混合气，混合比达到12∶1左右，外层逐渐稀薄。浓混合气点燃后，燃烧迅速波及外层。为了提高燃烧的稳定性，降低氮氧化物（NO_x），现在采用燃油喷射定时与分段喷射技术，即将喷油分成两个阶段：进气初期喷油，燃油首先进入缸内下部，随后在缸内均匀分布；进气后期喷油，浓混合气在缸内上部聚集在火花塞四周被点燃，实现分层燃烧。

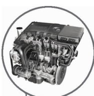
（3）高能点火 高能点火和宽间隙火花塞有利于火花形成，火焰传播距离缩短，燃烧速度增快，稀燃极限大。有些稀燃发动机采用双火花塞或者多极火花塞装置来达到上述目的。

14. 稀薄燃烧发动机的优势是什么?

（1）改善性能

1）采用稀薄混合气燃烧时循环热效率提高。汽油发动机的实际循环接近于定容加热循环，从定容加热循环的指示热效率与压缩比和绝热指数的关系可以看到，提高工质的绝热指数和压缩比有利于指示热效率的提高。随着空燃比的提高，空气所占的量增加，因此工质的绝热指数逐渐接近于空气的绝热指数。理论上，在空燃比达到无限大时，热效率达到最大值。

2）由于稀燃混合气燃烧温度低，燃烧产物的离解损失减小，并且降低了与气缸壁面的传热，因此使热效率得以提高。稀燃发动机一般不受到高负荷时爆燃极限的限制，



可以采用较高的压缩比，有利于热效率的提高。当采用稀薄混合气燃烧时，进入缸内空气的量增加，减小了泵吸损失，这对汽油机部分负荷经济性的改善是很明显的，同时也可以采用变质调节，不用节气门或是小节流，会大大减小泵吸损失，有利于改进部分负荷性能。

（2）改善排放质量　随着空燃比的增加，由于采用稀的混合气使燃烧温度降低，NO_x 的排放明显减少，同时燃烧产物中的氧成分有利于 HC 和 CO 的氧化，因此，HC 和 CO 的排放也会减少，然而，随着空燃比增加到一定程度，由于燃烧速度的降低可能会使燃烧不完全，HC 的排放会迅速增加。如果能合理地设计紧凑的燃烧室，并组织好空气运动使燃烧在短时间内完成，那么 3 种排放都可以大大减少。

15. 什么是分层燃烧？

分层燃烧的好处在于热效率高、节流损失少、有限的燃料尽可能多地转化成工作能量。分层燃烧模式下节气门不完全打开，保证进气管内有一定真空度（可以控制废气再循环和炭罐等装置）。这时，发动机的转矩大小取决于喷油量，与进气量和点火提前角关系不大。

分层燃烧模式在进气过程中节气门开度相对较大，减少了一部分节流损失。进气过程中的关键环节是在进气歧管中安置一翻板，翻板向上开启（实际机型原理性质可能有所不同），封住下进气歧管，让进气加速通过，与 ω 形活塞顶配合，形成进气涡旋。

16. 什么是均质稀燃？

均质稀燃模式混合气形成时间长，燃烧均匀，通过精确控制喷油，可以达到较低的混合气浓度。均质稀燃的点火时间选择范围宽泛，有很好的燃油经济性。均质稀燃与分层燃烧的进气过程相同，油气混合时间加长，形成均质混合气。燃烧发生在整个燃烧室内，对点火时间的要求没分层燃烧那么严格。均质稀燃的空燃比大于 1。

均质燃烧能充分发挥动态响应好、转矩和功率高的特点。均质燃烧进气过程中节气门位置由加速踏板决定，进气歧管中的翻板位置视不同情况而定。当中等负荷时，翻板依然是关闭的，有利于形成强烈的进气旋流，利于混合气的形成与雾化。当高速大负荷时，翻板打开，增大进气量，让更多的空气参与燃烧。均质燃烧的喷油、混合气的形成与燃烧和均质稀燃模式基本一样。在均质燃烧情况下，空燃比不大于 1。

17. GDI 和 FSI 的关联和区别是什么？

（1）关联　分层燃烧技术和缸内直喷技术一直是相关联的。分层燃烧的真正目的是实现较稀混合气的点燃，要实现分层燃烧，必须基于缸内直喷，对于缸外喷射的发动机，是无法实现分层燃烧的。设计缸内直喷的主要目的则是为了实现稀薄燃烧。发动机的稀薄燃烧技术是为了让混合气更加充分燃烧，达到降低油耗和排放的目的。

（2）区别

1）GDI。三菱 GDI 采用真正的直接喷射，喷油器置于气缸顶部，离火花塞和进气门位置很近。在发动机进气行程中，它也会喷油，但喷油量非常少，在活塞向下运动到底部并向上压缩时，气缸内的空气已经得到完全混合，这就和缸外喷射的道理相同。但这时候的混合气是不能被点燃的，因为浓度实在是太低了，预先达到这种浓度，只是为了第二次喷油点燃缸内气体并充分燃烧做准备。当活塞即将达到上顶点时，喷油器开始第二次喷油，因为喷出的燃油是漏斗形，越是靠近喷油器的地方，浓度就越高，而火花塞离喷油器很近，显然此时在火花塞附近的燃油浓度是很高的，比其他部位的混合气浓度要高，从而实现不同区域出现浓度不同的混合气，也就是所谓的分层。由于火花塞附近的混合气较浓，很容易被点燃，这部分点燃的气体会继续引燃剩余的混合气，从而达

到分层点火燃烧的目的。

2）FSI。大众的 FSI 喷油是间接式的。它把喷油器安放在进气门附近，同样是两次喷油，但其喷油对象是对准活塞，在活塞上有个 U 形槽，燃油喷射出来后，会随着凹槽转变方向，目的地是火花塞附近，因此会在火花塞附近形成较浓的混合气，达到燃油分层的目的。大众 FSI 的目的似乎很单纯，就是想要节油，活塞上的 U 形槽有助于产生更多的缸内涡流，使混合更充分。

18. 缸内直喷技术有什么特点?

汽油发动机的改进空间已经很小了，增加更多的气门已经无法大幅度提高其性能和经济性了。汽油直喷技术可能是汽油发动机未来的发展趋势。缸内直喷所宣扬的是通过均匀燃烧和分层燃烧，实现了高负荷，尤其是低负荷下的燃油消耗降低，动力还有很大提升。它在部分负荷时具有巨大的节油作用。无论是哪家公司，其汽油直喷技术都大同小异。

开发直喷技术的最初想法是，由于在大多数的情况下，发动机的空燃比可以调节到比用化学计算法得出的 14.7∶1 更稀薄的状态，而不会对发动机性能造成负面影响。然而其局限性却是稀薄混合气体很难点燃，而且还会随之产生相应的排放物，其主要成分是氮氧化合物。

采用直喷技术后，燃油以细微滴状的薄雾方式进入气缸，而不是以混合气的方式进入气缸，如图 1-11 所示。这也就意味着当燃油雾滴吸收热量变为可燃气体时，实际上对发动机的气缸起到了冷却的作用。这种冷却作用降低了发动机对辛烷的需求，所以其压缩比可以有所增加。而且正如柴油一样，用较高的压缩比可以提高燃料的效率。

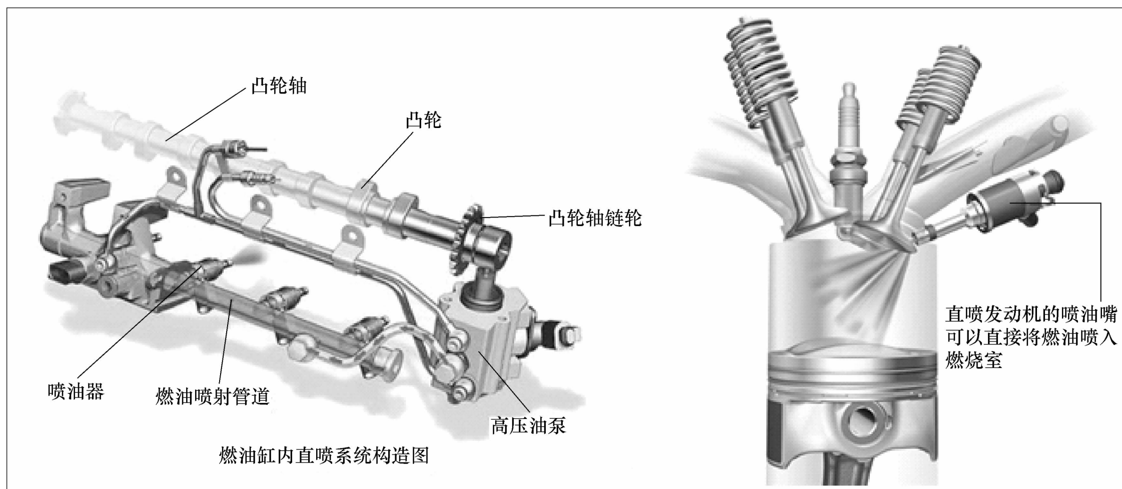


图 1-11　缸内直喷

19. TFSI 发动机和 TSI 发动机有什么区别?

TFSI 是指带涡轮增压的缸内燃油直喷发动机，主要应用在奥迪和大众车型上，如图 1-12 所示。这种发动机不仅可以像传统的涡轮增压发动机那样提高动力性，而且由于在低速和高速时分别采用分层燃烧和均质燃烧方式而使燃油消耗控制得比较好。

TSI 也是指带涡轮增压的缸内燃油直喷发动。大众 1.8/2.0TSI 中的“TSI”是 Turbo Fuel Stratified Injection 的缩写，该词的表面意思可以理解为涡轮增压 + 分层燃烧 + 缸内直喷，不过国内则省掉了分层燃烧。

所以在国内主要由于油品的问题，国产奥迪轿车上使用的 TFSI 并没有分层燃烧技



图 1-12　TFSI 发动机

术，只有均质燃烧，它实际上和 TSI 是基本一样的。

20. SIDI 发动机有什么特点？

通用将燃油直喷技术的代号命名为 SIDI，SIDI 是 Spark Ignition Direct Injection 的缩写，直译为火花点燃直接喷射技术。

SIDI 发动机如图 1-13 所示，其实现的原理和一般的直喷发动机是一样的。凸轮轴驱动的燃油泵为供油系统提供高压燃油，共轨喷油器将高压燃油直接注入气缸，点火时间就可以得到精确地控制，而且高压喷射和极细的喷嘴设计则保证了喷油量的精确计算。缸内直喷技术代替了传统 MPFI（多点电喷）技术之后，发动机在低转速下燃烧效率被进一步提升。

另外，通用的 SIDI 技术依靠的是缸内均质燃烧来提升效率，并没有使用稀薄分层燃烧技术。由于国内油品的限制，引入国内的直喷发动机均不使用分层燃烧，通用的 SIDI 也没有例外。

21. 涡轮增压器的原理和特点是什么？

废气涡轮增压利用发动机排出的废气达到增压目的。增压器与发动机无任何机械联系，由内燃机废气驱动的涡轮来带动。它的优点是增压效率要高于机械增压系统，但与机械增压相比，增压效果有滞后于节气门开启的表现。



图 1-13　SIDI 发动机

涡轮增压发动机是利用发动机排放出的废气的能量，冲击装在排气系统中的涡轮，使之高速旋转，同时带动压气机一同旋转，压缩机压缩进气，强制地将进气增压后压送到气缸中。由于发动机功率与进气量成正比，因此可提高发动机功率。根据增压方式不同，可分为机械式与涡轮式，现代的增压发动机一般是指涡轮增压发动机。

单涡轮双涡管涡轮增压器如图 1-14 所示。当涡轮工作时，内部会产生极高的压力，涡轮本体虽然有释放高压气体的孔径，但是面对连续增压状态，仍显得有些不足，通过减压阀可使高压气体得以迅速释放，以使下一次的增压动作。这样不仅可保护涡轮，也可消除部分的涡轮迟滞现象。

22. 机械增压器的原理和特点是什么？

机械增压（Supercharger）并不是依靠排出的废气能量来压缩空气的，而是通过一个



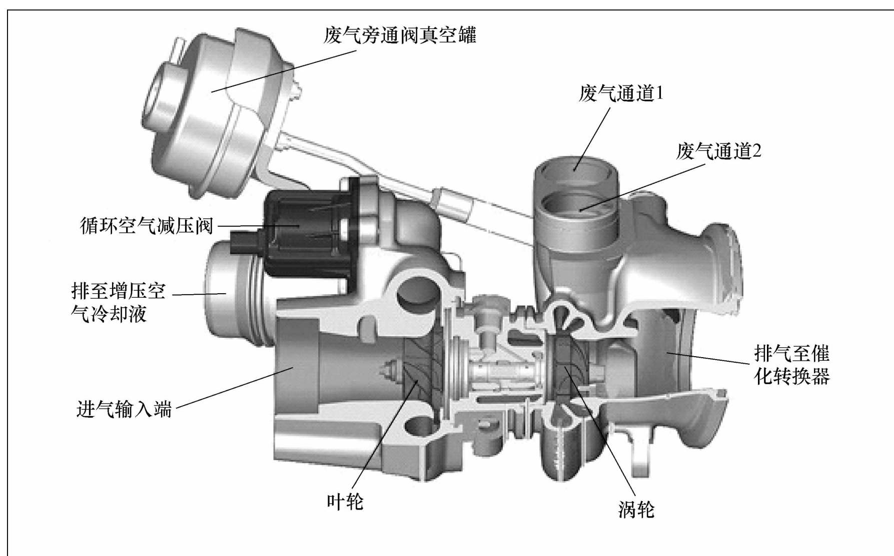


图 1-14 单涡轮双涡管涡轮增压器

机械式的空气压缩机与曲轴相连，通过发动机曲轴的动力带动空气压缩机旋转来压缩空气，如图 1-15 所示。压缩机是通过两个转子的相对旋转来压缩空气的。正因为需要通过曲轴转动的能量来压缩空气，所以机械增压会对发动机输出的动力造成一定程度的损耗。

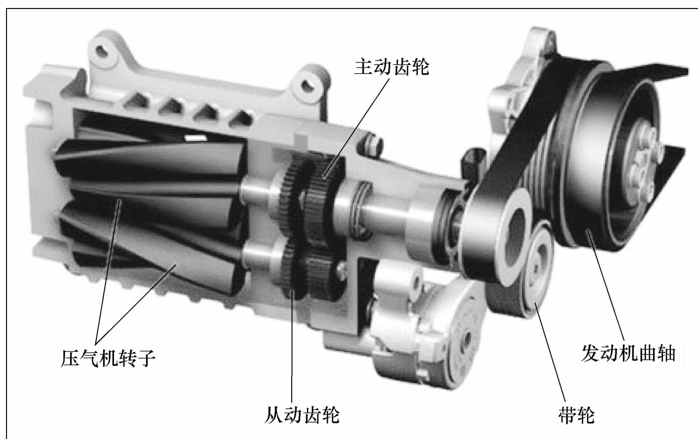
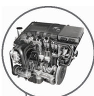


图 1-15 机械增压器

机械增压器的特性刚好与涡轮增压相反，由于机械增压器始终在“增压”，因此在发动机低转速时其转矩输出也十分出色。另外，由于空气压缩量完全是按照发动机转速而呈线性上升的，整个发动机运转过程与自然吸气发动机极为相似，加速十分线性，没有涡轮增压发动机在涡轮介入那一刻的唐突，也没有涡轮增压发动机的低速迟滞。但高转速时机械增压器对发动机动力的损耗巨大，因此在高转速时其作用就不太明显。

23. 双涡轮增压器的原理和特点是什么？

在一台发动机上采用两个涡轮增压器，也称为双增压发动机。涡轮增压与机械增压一直是汽车厂家所能接纳的主要增压方案，两者的优劣无法简单判断，前者的作用在中高速时明显，而后者在中低速时作用更大。



大众 1.4L TSI 发动机早在 2005 年就开始应用，双增压发动机在进气系统上安装一个机械增压器，而在排气系统上安装一个涡轮增压器，从而保证在低速、中速和高速时都能有较佳的增压效果。

机械增压器就像发动机的附件转向助力泵一样安装在发动机上，并由发动机传动带驱动，将压缩空气输送到进气歧管。机械增压器结构简单，工作温度介于 70～100℃，不需特殊冷却系统，机件维护简单。但增压值会随发动机转速的提高而降低，当达到某一界限时，由于本身的阻力，增压器反而会成为发动机的负担，严重影响发动机转速的提升。

涡轮增压是利用发动机排出的废气驱动增压器，由于废气的温度有上千度，需要增设空气中间冷却器来对高温压缩空气进行冷却。优点是增压效率高于机械增压，缺点是受发动机转速影响，低转速时效果不明显，待发动机提升到一定转速时才会有出色表现。涡轮迟滞也是涡轮增压发动机的最大难题。

机械增压有助于低转速时的扭力输出，但是高转速时功率输出有限；而废气涡轮增压在高转速时拥有强大的功率输出，但低转速时则力不从心。发动机的设计师们于是就设想把机械增压和涡轮增压结合在一起，来解决两种技术各自的不足，同时解决低速转矩和高速功率输出的问题，如图 1-16 所示。

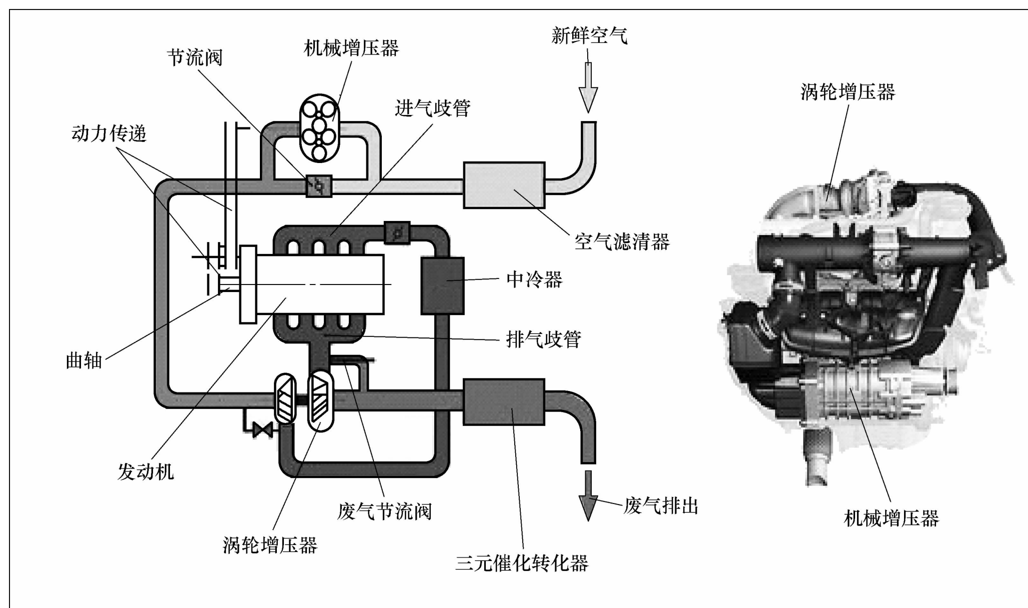


图 1-16　双涡轮增压器

24. 凸轮轴位置传感器的作用和工作原理是什么？

凸轮轴位置传感器与曲轴位置传感器功能相似。在凸轮轴上也装有一个脉冲信号轮。凸轮轴位置传感器（图 1-17）直接安装在气缸盖内该脉冲信号轮旁边。凸轮轴传感器提供凸轮轴位置信号。以此可以确定发动机的点火 TDC 位置。

宝马双凸轮轴机构有两个凸轮轴传感器，即进气凸轮轴传感器和排气凸轮轴传感器，气门机构装备了用于进气凸轮轴和排气凸轮轴的可调式凸轮轴控制装置（双 VANOS）。这两个凸轮轴传感器用于探测凸轮轴

的调节情况。

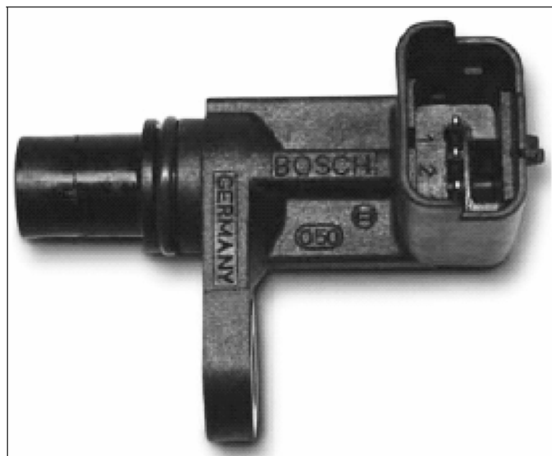


图 1-17　凸轮轴位置传感器

25. 曲轴位置传感器的作用和工作原理是什么？

曲轴位置传感器借助一个旋接在曲轴上的信号齿轮探测曲轴位置，如图 1-18 所示。曲轴位置传感器是全顺序喷射装置所必需的（每个气缸的喷射都在最佳点火时刻）。

曲轴位置传感器负责提供转速信号。它主要用于与 HFM 一起计算基本喷射量。

曲轴位置传感器主要利用霍尔式传感器原理进行工作。为此在曲轴上装有一个所谓的脉冲信号轮。曲轴传感器在曲轴箱内紧靠该脉冲信号轮安装。曲轴传感器探测脉冲信号轮及曲轴的移动情况。脉冲信号轮的转速以电信号形式发送至发动机管理系统，系统根据该信号计算出发动机转速。

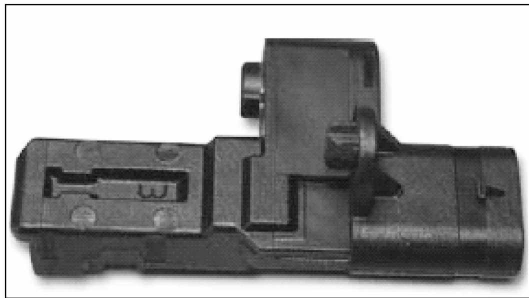


图 1-18　曲轴位置传感器（宝马）

26. 空气质量传感器的作用和工作原理是什么？

（1）空气质量传感器作用　空气质量传感器记录吸入的空气质量，如图 1-19 所示。该信号为电压信号，发动机控制单元由此计算出需要的负荷状态（喷射持续时间的基本参数）。

（2）宝马发动机中的空气质量传感器　宝马发动机 N46B20 以及 N46TU2 中的空气质量传感器不用于记录信号。进气温度传感器仍然安装在空气质量传感器壳体中。发动机控制单元通过一个模型计算空气质量。最重要的输入参数是空燃比控制信号。为此，氧传感器（调控用传感器）布置在发动机附近。

空气质量传感器（HFM）测量进气质量并将该数值以电信号形式发送至控制单元。发动机控制单元（发动机管理系统）根据该数值和发动机转速计算出基本喷射量。

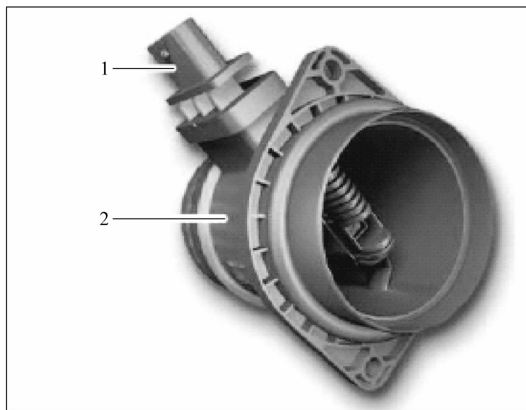


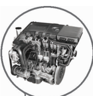
图 1-19　空气质量传感器

1—插件　2—空气流量传感器

空气质量计算（仅 E87、E90、E91 中的 N46B20 以及 N46TU2）抽吸的空气质量不再直接用空气质量传感器测量，而是由 DME 计算得出。为了进行该计算，发动机控制单元 DME 中已编制了一个进气计算程序（进气模型）。

在该计算中收到下列信号：

1）进气门的气门升程（负荷记录）。



2）VANOS 位置（负荷记录）。

3）节气门位置（节气）。

4）进气温度（空气密度修正）。

5）发动机转速（气缸进气）。

6）进气管真空（节气时修正）。

7）环境压力（通过高度修正的空气密度）。

8）氧传感器信号（空燃比）。

9）喷射持续时间（燃油量）。

如有必要，校正计算得出的空气质量。氧传感器失灵时在 DME 的故障码存储器中将记录一个故障（空气质量可信度检查）。在这种情况下将取消匹配计算得出的空气质量。

空气质量传感器为热膜式传感器，该传感器与进气温度传感器集成在一起，由 5 个 PIN 角：PIN1 为进气温度传感器信号线；PIN2 为电源线（12V）；PIN3 为接地线；PIN4 为 DME 参考电源线（5V）；PIN5 为空气质量计信号线。

（3）失效影响

1）当空气质量传感器出现故障时，如因污物等原因导致该传感器失灵时，控制单元可通过转速、进气管压力和温度等替代参数计算出一个替代值，但发动机的动力性和经济性将受到影响。

2）由于氧传感器的信号与空气质量息息相关，所以当氧传感器出现故障时，也会影响到空气质量传感器。

27. 进气温度传感器的作用和工作原理是什么？

通过进气温度对进入的空气密度进行修正，从而计算出空气的质量。

进气温度传感器（图 1-20）有一个热敏电阻（负温度系数），该电阻伸入进气气流中，测量进气温度。热敏电阻是分压器电路的一个组成部分，发动机控制单元为其提供 5V 电压。热敏电阻的电压取决于空气湿度。

进气温度传感器也有助于更准确地计算喷射量。空气温度决定了空气密度。就是说，冷空气与热空气体积相同时，冷空气质量较重。因此吸入冷空气时，燃烧室内的氧气较多，喷射时间也较长。

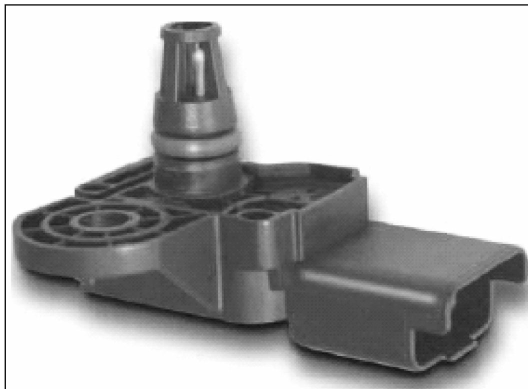


图 1-20　进气温度传感器

进气温度传感器额定值见表 1-1。

表 1-1　进气温度传感器额定值

进气温度/℃	电阻/Ω	进气温度/℃	电阻/Ω	进气温度/℃	电阻/Ω
0	5000 ~ 6000	25	1800 ~ 2200	50	700 ~ 900
5	4000 ~ 5000	30	1600 ~ 1900	55	600 ~ 800
10	3500 ~ 4000	35	1400 ~ 1600	60	500 ~ 700
15	2600 ~ 3200	40	1100 ~ 1400	70	400 ~ 500
20	2300 ~ 2700	45	900 ~ 1100	80	300 ~ 400

当进气温度传感器出现故障时，将有故障记忆，发动机不能对进气密度进行修正，从而不能准确计算出发动机的进气质量，发动机的动力性和经济性将受到影响。

28. 冷却液温度传感器的作用和工作原理是什么？

（1）冷却液温度传感器的作用　冷却液温度传感器（图 1-21）探测发动机冷却循环的冷却液温度。冷却液温度是用于下列计算的测量参数：喷油量和怠速理论转速。

冷却液温度传感器探测并提供发动机温度。根据该信号对喷射时间、点火时刻和怠速转速等进行相应调节。这些运行状态称为冷起动和暖机运行。

冷却液温度为 −40 ~ 130℃，对应的电阻范围为 167000 ~ 150Ω。DME 为该传感器提供搭铁连接，传感器的另一个接口与 DME 内的一个分压器电路相连。



（2）冷却液温度传感器的工作原理　冷却液温度传感器为负温度系数电阻计 NTC，随着温度的升高，其电阻值会下降。DME 通过测量其电压值，可以计算出电阻的大小，从而推算出冷却液温度。冷却液温度传感器有两个 PIN 角：PIN1 为信号线，PIN2 为搭铁线。

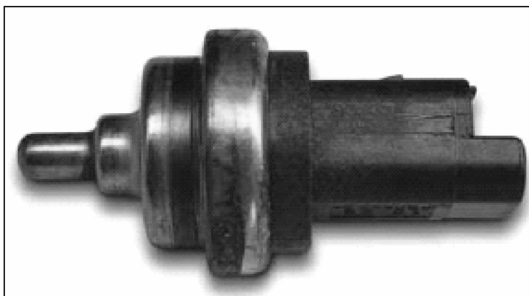


图 1-21　冷却液温度传感器

（3）失效影响

1）当冷却液温度传感器出现故障时，将有故障记忆，发动机不能准确计算出喷油量；发动机会抖动或冒黑烟，发动机的动力性和经济性将受到影响。

2）发动机不能准确计算出怠速理论转速，发动机怠速会不稳。

3）当发动机冷却液温度传感器出现断路或短路故障时，电子扇会高速转动。

29. 偏心轴传感器的作用和工作原理是什么？

（1）作用　宝马发动机偏心轴传感器（图 1-22）在装备电子气门控制系统时探测偏心轴的位置。偏心轴调整凸轮轴，使得在每种运行状态下都能达到最佳的进气门升程（进气门升程可无级调整）。偏心轴由电子气门控制伺服电动机调整。

（2）原理　偏心轴传感器装备了两个相互独立的具有相反特性线的角度传感器。偏心轴传感器根据磁阻效应原理工作。铁磁导体在磁场的作用下改变其电阻。该传感器采用冗余设计结构。两个传感器元件安装在一个壳体内。一个传感器承担引导任务，该任务由参考传感器监控。

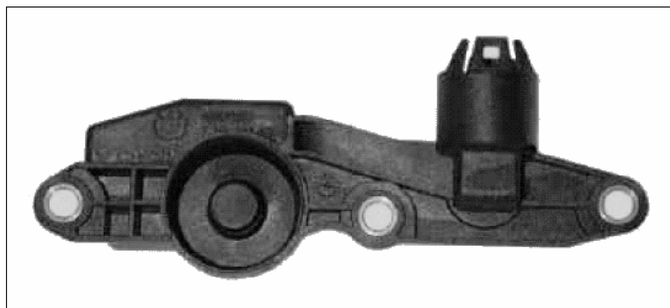


图 1-22　偏心轴传感器

如果偏心轴从零行程向最大行程方向调节，那么该引导传感器将提供上升的角度值，另一个参考传感器提供下降的角度值。数据通过个串行接口传到 DME。DME 控制单元通过电子气门控制伺服电动机调节偏心轴位置，直到目前的位置与标准位置一致。

传感器的测量范围为 180°。该传感器由发动机控制单元 DME 提供 5V 电压。从偏心轴传感器至 DME 的数据以 250kHz 的中等频率传输。

偏心轴传感器由 9 个 PIN 角组成：

PIN1：P-CS1S 为角传感器 1 的信号线。

PIN2：为空角。

PIN3：T-DAT1S 为角传感器 1 的信号线。

PIN4：屏蔽线。

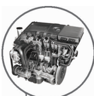
PIN5：搭铁线。

PIN6：电源线。

PIN7：P-CS2S 为角传感器 2 的信号线。

PIN8：偏心轴传感器的频率信号。

PIN9：T-DAT2S 为角传感器 2 的信号线。



（3）故障影响

1）当公用的P-CLKS信号丢失则两路相互独立的角度传感器信号均无信号，当偏心轴传感器任何一路信号缺失（开路或短路），则VVT进入紧急模式。进入紧急模式后DME会试图让气门开度变到最大，用节气门来控制进气量。从ISID读数可以看到MAP不再是5000Pa（50mbar），而是随负荷、转速变化的。

2）偏心轴位置传感器的中心磁轮安装螺栓为不锈钢材质，如果更换了已经被磁化的螺栓或用一个普通螺栓代替，则偏心轴位置传感器完全失效，此时发动机可能无法起动。

30. 散热器出口上的温度传感器的作用和工作原理是什么？

散热器出口上的温度传感器探测散热器后的冷却液温度。发动机DME控制单元需要用冷却液出口处的冷却液温度来控制冷却器风扇。

散热器出水口温度传感器为负温度系数电阻计NTC，随着温度的升高，其电阻值会下降。DME通过测量其电压值，可以计算出电阻的大小，从而推算出温度。

冷却液温度传感器有两个PIN角：PIN1为搭铁线，PIN2为信号线。

当发动机冷却液温度传感器出现断路或短路故障时，电子扇会高速转动。

31. 加速踏板模块的作用和工作原理是什么？

加速踏板模块识别加速踏板的位置及驾驶人要求的发动机功率。这是发动机管理系统计算节气门规定位置最重要的输入参数，发动机DME控制单元在考虑到其他因素的情况下，由此计算出需要的电子气门控制系统位置或节气门位置。

加速踏板模块采用霍尔传感器原理，接收两路方向相同但幅度不同的信号。

加速踏板位置传感器由6个PIN角组成：

PIN1和PIN2为搭铁线。

PIN3为传感器2的电源线。

PIN4为传感器1的信号线。

PIN5为传感器1的电源线。

PIN6为传感器2的信号线。

两个传感器，当一路出现故障时，将产生故障码，但加速踏板仍然有响应；当两路同时出故障时，踩加速踏板将没有反应。

32. 进气压力传感器的作用和工作原理是什么？

（1）作用和工作原理　进气压力传感器（图1-23）测量进气系统内的真空度。对于带电子气门控制系统的发动机，例如在怠速下设定一个约5000Pa（50mbar）的真空，进气管真空用作负荷信号的备用参数。

通过探测进气管压力可计算出各气缸空气量的准确数值。根据该数值对进气门的开启时间和喷射量进行相应调节。



图1-23　进气压力传感器

进气压力传感器应用压电原理。根据进气管压力的大小变化，电压值也会随之变化。

进气压力传感器有3个PIN角：

PIN1为信号线。

PIN2为搭铁线。

PIN3为参考电源线。

（2）故障影响　当VVT出现故障进入紧急模式后，进气歧管的真空和没有电子气门的发动机相同，进气压力传感器测的是进气歧管的实际真空。



33. 爆燃传感器的作用和工作原理是什么?

（1）作用 爆燃传感器识别爆燃。一个爆燃传感器监控1缸和2缸，另一个爆燃传感器监控3缸和4缸。DME控制单元选择气缸进行爆燃识别并进行爆燃控制。发动机较长时间爆燃运行可能导致严重的损坏。

爆燃可因下列原因加剧：

1）压缩比提高。

2）气缸进气多。

3）燃油等级不良。

4）进气温度和发动机温度高。

压缩比也可能由于存放或制造方面的离散而达到过高的值。对于没有爆燃控制系统的发动机，必须在设计点火开关时通过一个到爆燃极限的安全距离考虑这些不利影响。因此在负荷区不可避免地带来效率的损失。

（2）原理 爆燃传感器为压电式传感器，当发动机发生爆燃时，爆燃传感器内的压电元件产生一个电压值，DME通过监测电压的大小，确定发动机的爆燃程度。

一个爆燃传感器有两个PIN角，分别为电源和搭铁线。

（3）故障影响 爆燃控制系统的自诊断包括下列检测：

1）检测有故障的信号，例如断路或插头损坏。

2）分析电路的自检。

3）检测爆燃传感器探测到的发动机噪声电平。

如果在进行这些检测时发现故障，应关闭爆燃控制系统。由紧急程序执行点火角控制。同时在故障码存储器中记录一个故障。紧急程序可从最小ROZ91开始保证无损运行。紧急程序与负荷、转速和发动机温度有关。

34. 氧传感器的作用和工作原理是什么?

宝马在N46TU2发动机中使用调控用传感器LSU4.9（N46：LSU4.2）每两个气缸有一个废气触媒转换器前的氧传感器和一个废气触媒转换器后的氧传感器（1缸和4缸，2缸和3缸）。N46发动机只有两个氧传感器。

氧传感器（图1-24）测量废气中的氧气含量。该信号可使发动机管理系统准确控制喷射量，从而实现λ等于1。

由于该传感器仅在约250~300℃时才进行工作，因此对其进行电动加热。在此使用两个氧传感器。在催化转换器前装有所谓的控制传感器，负责进行过量空气系数调节，可以准确探测废气中的氧气浓度，从而计算出燃烧室内的燃油空气混合比。

第二个氧传感器安装在催化转换器后，称为监控传感器，用于监控催化转换器的功能。该传感器并不提供废气中氧气含量的准确数值，而是识别与λ等于1的偏差情况。

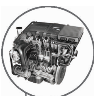


图1-24 氧传感器

35. 宽带氧传感器的作用和工作原理是什么?

（1）作用和结构 用宽带氧传感器可以在0.8~2.5之间无级地测量燃油空气比（连续的特性线）。宽带氧传感器以比常规氧传感器更低的加热功率工作。此外，宽带氧传感器可更快达到准备就绪状态。

宽带氧传感器的传感器机构由二氧化锆陶瓷层（层压板）组成，如图1-25所示。嵌入层压板中的加热元件负责将工作温度快速提高到至少750℃的必要温度。宽带氧传



感器有两个元件，即所谓的测量元件和参考元件。两个元件都涂有铂电极。

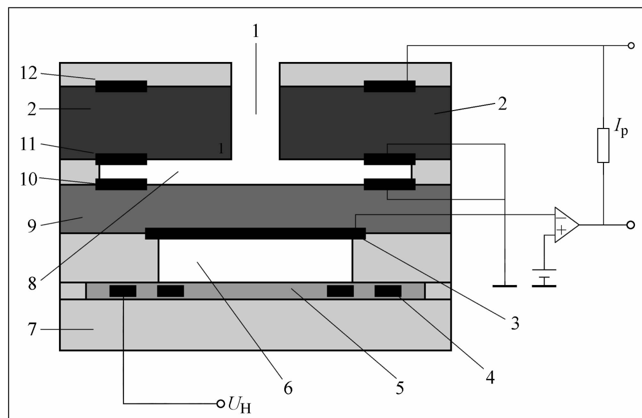


图 1-25　宽带氧传感器结构

1—废气　2—泵室（测量室）　3、10—参考室铂电极　4—加热电极　5—加热元件　6—参考空气间隙　7—二氧化锆陶瓷层　8—测量间隙　9—参考室　11、12—泵室（测量室）铂电极

（2）工作原理　电流施加在测量元件上，于是许多氧离子被抽入参考元件中，直到在参考元件的电极之间形成一个 450mV 的电压为止。测量元件上施加的电流是燃油空气比的测量参数，这样空燃比控制可在燃烧室内建立每个所需的燃油空气比。

宽带氧传感器有 6 个 PIN 角：

PIN1：氧传感器产生的电压信号。

PIN2：氧传感器反馈给 DME 的正向或反向电流信号。

PIN3：氧传感器的加热电源线。

PIN4：氧传感器的加热搭铁信号。

PIN5：氧传感器的搭铁信号。

PIN6：氧传感器的反馈信号。

在正常怠速情况下，从诊断仪上测量得到氧传感器的电压为 2.0V，如果大于 2.0V 说明混合气稀，小于 2.0V 说明混合气浓。

36. 后氧传感器的作用和工作原理是什么？怎么监控？

（1）作用　后氧传感器（监控用传感器）用于监控调控用传感器。此外，还具有监控废气触媒转换器的功能。

（2）工作原理

后氧传感器是普通的氧传感器，有 4 个 PIN 角：

PIN1：加热电源线。

PIN2：加热搭铁线。

PIN3：传感器搭铁线。

PIN4：传感器信号线。

上述原理为通过比较废气和大气中的氧的浓度差，当废气中氧的含量高，浓度差小，电压值就小，接近 0V；当废气中氧的含量低，浓度差大，电压值就高，接近 1V；当浓度差发生改变时，电压值会在 0～1V 之间变化。

为使废气触媒转换器后的氧传感器达到运行准备状态，需要一个约 350℃ 的温度，因此，需对所有氧传感器进行加热。

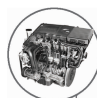
（3）氧传感器调校值　氧传感器调校值（混合气调校）用于补偿混合气引起的部件公差和老化影响。例如过剩空气和燃油压力同样影响氧传感器调校值（部分补偿）。因此，无法给出一个故障的准确调节极限。

氧传感器调校可按照如下方式区分：

1）混合气加法调校。

2）混合气乘积式调校。

混合气加法调校在怠速下或者在接近怠速的范围内起作用。随着发动机转速的增大，影响越来越小。过剩空气对其影响较大。混合气乘积式调校在整个特性曲线上起



作用，燃油压力会对其产生一定影响。

37. 三元催化转化器的作用是什么？怎么监控？

三元催化转化器诊断通过三元催化转化器前的连续式氧传感器和三元催化转化器后的切换式传感器进行工作，诊断检查三元催化转化器的氧气储存容量。氧气储存容量是三元催化转化器转换能力的一个尺度。

当前氧传感器出现故障，发动机会在开环下工作，发动机的动力性，经济性及运转平稳性都会受到影响。

当后氧传感器出现故障，车辆将无法监控三元催化转化器的工作是否正常，发动机的故障灯会点亮，排放会超标。

38. 温度油位传感器的作用和工作原理是什么？

（1）作用　温度油位传感器向发动机DME控制单元提供两个信号：机油温度和油位，有些车辆也用于油位检查。

机油状态传感器（例如宝马E60车型）扩展了温度油位传感器的功能。机油状态传感器测量下列参数：机油温度、油位、机油品质。发动机控制系统对这些测量参数进行分析。

（2）工作原理　机油状态传感器通过一个串行数据接口连接在发动机控制系统上，该传感器有3个PIN角：

PIN1：BSD信号线。

PIN2：电源线。

PIN3：搭铁线。

（3）故障影响　当该信号丢失则起动发动机后仪表上会显示保养提醒GT1，同时存储故障码。

39. 油压开关的作用和工作原理是什么？

油压开关信号通知DME控制单元，发动机中是否存在足够的机油压力。油压开关直接与DME控制单元连接。

油压开关有一个PIN角，为传感器信号线，利用发动机壳体搭铁。

发动机起动后该开关应该断开，否则仪表会报警，但GT1里不存故障码。如果该开关开路则不能被识别。

40. 制动信号灯开关的作用和工作原理是什么？

制动开关内部有两个信号（触点开关）：一是制动灯开关信号和制动灯测试开关信号（冗余信号）。控制单元根据开关信号识别制动踏板是否被操作，信号以数字方式传输。未操作制动踏板时，制动灯开关通过一个信号线向控制单元输送0V电压，操作制动踏板时输出12V电压。

制动信号灯开关的两个信号相互间的关系见表1-2。在制动信号灯开关的两个输出口可以测量信号电平，见表1-3。

表1-2　制动信号灯开关的两个信号相互间的关系

项　　目	踏板状态	
	踩下制动踏板	不踩下制动踏板
制动信号灯开关状态	断开	接通
制动信号灯测试开关状态	接通	断开

表1-3　在制动信号灯开关的两个输出口可以测量信号电平

项　　目	踏板状态	
	踩下制动踏板	不踩下制动踏板
制动信号灯开关状态	蓄电池电压	0V
制动信号灯测试开关状态	蓄电池电压	0V

发动机控制对制动信号灯开关的信号不断进行可信度检查。出现故障时将向发动机控制的故障码存储器内输入一条故障记录，同时定速控制会关闭。

41. 电子气门控制伺服电动机的控制方式、控制内容和控制过程是什么？

（1）控制方式　供给发动机的空气量在不节流运行时不是由节气门调节，而是通过



可调式气门升程调节。

通过一个电动机移动电子气门控制系统。此电子气门控制伺服电动机（图 1-26）安装在气缸盖上。电子气门控制伺服电动机通过一个蜗杆传动装置驱动气缸盖油室中的偏心轴。偏心轴传感器用信号通知 DME 控制单元偏心轴的位置。



图 1-26　电子气门控制伺服电动机

（2）控制内容　在电子气门控制系统上为执行下列功能而控制节气门调节器：

1）发动机起动（暖机运行）。

2）怠速控制。

3）全负荷运行。

4）紧急运行。

在所有其他运行状态下，打开节气门到其刚好产生一个较小的真空。这个真空是燃油箱排气所必需的。DME 控制单元根据加速踏板位置和其他参数计算出电子气门控制系统的相应位置。

（3）控制过程　DME 控制单元持续检查偏心轴的实际位置是否与标准位置一致，因此能够识别不灵活的机械机构。出现故障时气门被尽可能地打开。空气输送由节气门调节。当不能识别偏心轴的当前位置时，不调节气门而将其最大打开（受控紧急运行）。为了达到正确的气门开启程度，必须通过调校补偿气门机构的所有公差。在这个调校过程中将调整偏心轴的机械限位，存储已适应的位置。这些位置在每个工作点上都用作计算当前气门升程的基础。

（4）调校过程　调校过程自动进行，每次重新起动时都将偏心轴位置与已适应的值相比较。如果在维修后识别到偏心轴的另一个位置，则执行调校过程。此外可通过 BMW 诊断系统调用调校。

42. 电子节气门调节器的作用和工作原理是什么？

节气门调节器安装在进气集气管上，其内部的两个霍尔传感器以非接触方式监控节气门（图 1-27）的位置。控制单元根据加速踏板的位置信号和其他控制单元的转矩需求信号计算节气门的位置，然后以电气方式接通或关闭节气门调节器。

节气门调节器的位置传感器采用磁阻传感器设计方案，其工作原理与偏心传感器相同。控制单元为位置传感器提供 5V 电压和接地连接，两根数据线可确保向控制单元提供冗余形式的节气位置反馈信号。

控制节气门的伺服电动机是一个直流电动机，控制单元根据需要控制该电动机。伺服电动机采用 H 电桥控制，该电桥可使电动机朝相反方向运行，控制单元可对 H 电桥进行监控。驱动装置未通电时，节气门在弹簧力的作用下进入应急运行位置。

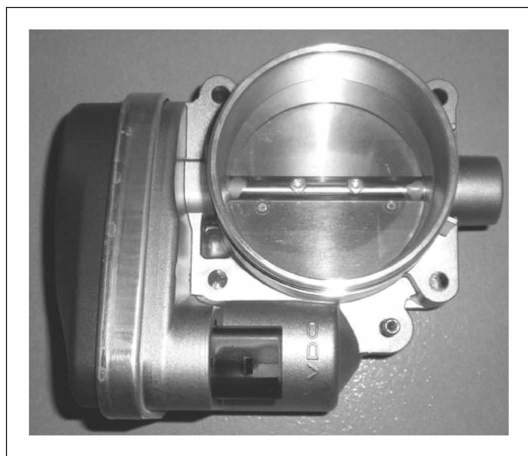


图 1-27　电子节气门

43. VANOS 电磁阀的作用是什么？如何进行调节和控制？

（1）作用　可调式凸轮轴控制装置用于低转速和中等转速范围内提高转矩。



在进气侧和排气侧各有一个 VANOS 电磁阀控制和 VANOS 调整装置。这些 VANOS 电磁阀（图 1-28）由 DME 控制单元用 PWM 信号进行控制。该电磁阀通过两根导线与 DME 相连。DME 通过车载网络电压以脉冲宽度方式控制 VANOS 电磁阀。脉冲宽度控制方式可控制活塞运行到任何位置，因此 VANOS 电磁阀能够对 VANOS 单元准确定位。

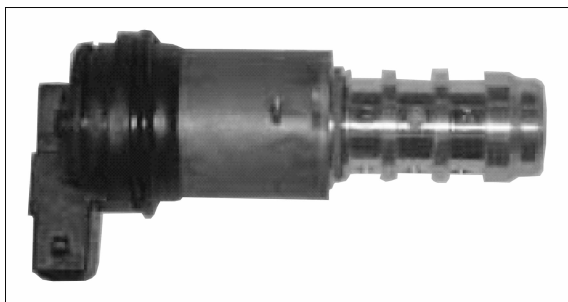


图 1-28 VANOS 电磁阀

可调式凸轮轴控制装置改善低速和中等转速范围内的转矩。通过较大的气门重叠在怠速下产生较小的剩余气体量。通过部分负荷区的内部废气再循环降低氮氧化物。此外还可达到以下 3 种效果：

1）三元催化转化器的加热更快。

2）冷机起动后的有害物质的排放更少。

3）耗油量减小。

（2）调整过程　在两根进气和排气凸轮轴上各安装了一个可调式 VANOS 调整装置。一个 VANOS 电磁阀用于控制此 VANOS 调整装置。根据转速和负荷信号计算出所需要的进气和排气凸轮轴位置（与进气温度和发动机温度有关）。DME 控制单元相应地控制 VANOS 调整装置。

进气和排气凸轮轴在它们的最大调整范围之内可调节。如果已达到正确的凸轮轴位置，则 VANOS 电磁阀将调节缸内两个空腔中的油容积保持恒定。借此将凸轮轴保持在该位置上。

为了进行调节，可调式凸轮轴控制装置需要一个有关凸轮轴当前位置的反馈信号。进气侧和排气侧各一个凸轮轴传感器探测凸轮轴位置。

在发动机起动时进气凸轮轴处在极限位置（在“滞后”位置）。在发动机起动时通过一个弹簧预紧排气凸轮轴，并将其保持在“提前”位置。

44. 什么是全顺序喷射装置喷油器？

对于全顺序喷射装置，每个喷油器都由 DME 控制单元通过一个专用的末级进行控制。同时将相应气缸的喷射持续时间与运行状态匹配（转速、负荷和发动机温度）。

全顺序喷射装置具有下列优点：

1）改善的混合气制备适用于各个气缸。

2）依据发动机运行状态（转速、负荷、发动机温度）匹配喷射持续时间。

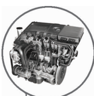
3）在交变负荷时可有选择地修正气缸喷射量。

4）可有选择地关闭气缸（例如点火线圈损坏时）。

5）能够诊断每个单独的喷油器（图 1-29）。



图 1-29 喷油器



通过一个专用末级控制每个单独的喷油器，可实现在所有气缸的燃油提前相同。因此确保了始终相同的良好混合气制备。燃油提前时间可以改变，并与负荷、转速和发动机温度有关。因为凸轮轴每转一圈只喷射一次，由部件误差引起的供给燃油量的离散更小。此外改善了怠速质量，因为喷油器的响应时间和释放时间减小。另外产生的耗油量更低。在行驶模式下能够在突然加速时或放松加速踏板时校正喷射持续时间。当喷射阀尚开着时，可以在所有阀门上通过延长或缩短喷射持续时间来校正混合气。从而达到更好的发动机动作性能。

45. 高压泵的作用是什么？怎么工作？

燃油在持续运行的三活塞高压泵内加压，然后通过高压管路输送至共轨内。以这种方式存储在共轨内的加压燃油通过高压管路分配给高压喷射阀。

发动机管理系统根据发动机负荷和发动机转速确定所需燃油压力。共轨压力传感器测量实际达到的压力值并将其发送至发动机控制单元。对比共轨压力规定值和实际值后通过燃油量调节阀进行调节。系统按照N55发动机最理想的耗油量和运行平稳性调节压力。只有在高负荷、低转速的情况下才需要200bar（1bar = 10^5Pa）的压力。高压泵的结构与N53和N54发动机的高压泵相同。

46. 燃油通风阀的作用是什么？怎么工作？

油箱通风阀借助吹洗空气使活性炭过滤器再生。通过活性炭过滤器吸入的吹洗空气与碳氢化合物一起浓缩，然后输送给发动机。油箱通风阀在断电状态下关闭。因此在发动机静止状态时燃油蒸气不会从活性炭过滤器到达进气管。

根据活性炭的负载情况，将通过活性炭过滤器吸入的吹洗空气与碳氢化合物（HC）一起加浓。然后将吹洗空气供给发动机进行燃烧。

47. 点火线圈由什么进行控制？

宝马点火线圈由DME控制单元控制。点火线圈（图1-30）从点火开关的过载保护继电器获得总线端Kl. 30。在N46TU2上取消了用于发动机安全关闭的过载保护继电器。通过总线端Kl. 87为点火线圈供电。

DME控制单元在内部通过一个附加的独立电流电路执行“发动机安全关闭”功能。CAS控制单元提供输入信号。

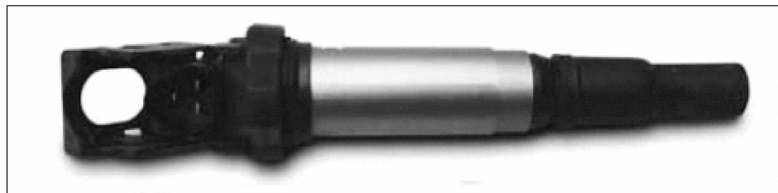


图1-30 点火线圈

（1）点火电路监控　根据点火线圈初级绕组中的电流对点火电路进行监控。该电流在接通过程中在一定的时间阈值内必须在规定的值内变动。在点火开关诊断时将监控：

1）点火线圈的初级电路。

2）点火开关的电线束。

3）点火线圈的次级电路及火花塞。

（2）通过点火电路监控能够识别下列故障

1）点火线圈初级绕组短路。

2）点火线圈次级绕组短路。

3）火花塞。

4）控制断路。

5）点火终极损坏。

（3）不能识别的故障

1）偶尔发生的故障，如控制导线略微

接触不良。

2）高压电路中平行于火花间隙、未形成线圈匝间短路的火花放电。

48. 电子节温器有什么特点？怎么工作？

电子节温器（智能特性曲线式节温器，图 1-31）根据特性曲线调节打开和关闭。电子节温器在其调节范围内在发动机入口处设定一个恒定的冷却液温度。在这个工作范围可以借助特性线节温器有目的地影响冷却液温度。因此可以在发动机的部分负荷区内设定一个较高的冷却液温度以获得更好的燃烧效果。在全负荷工作时较高的运行温度会带来某些缺点（由于爆燃点火提前角减小），因此在全负荷工作时借助特性线节温器有目的地设定一个较低的冷却液温度。

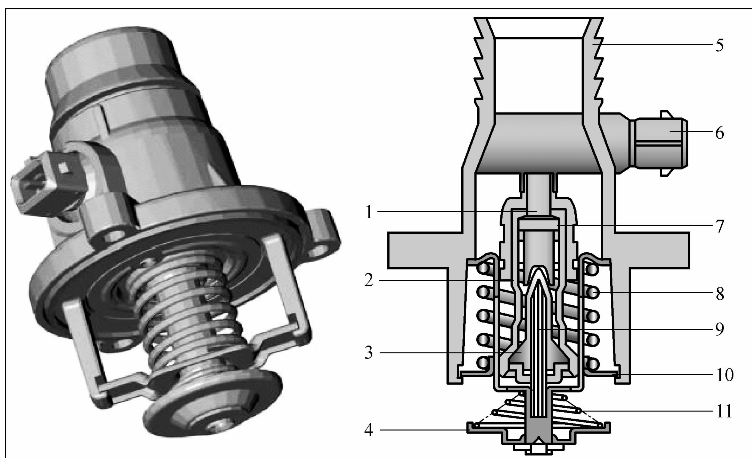


图 1-31　电子节温器（智能特性曲线式节温器）

1—加热电阻　2—主阀　3—橡胶嵌入件　4—旁通阀　5—壳体　6—插头
7—工作元件壳体　8—主弹簧　9—工作活塞　10—横杆　11—旁通弹簧

调节可分成 3 个工作范围：

1）电子节温器关闭：冷却液只在发动机内流动。冷却循环关闭。

2）电子节温器开启：所有冷却液量流过散热器。因此可以使用可供使用的最大冷却功率。

3）电子节温器的调节范围：部分冷却液量流过散热器。

49. 全变量进气系统的作用和工作原理是什么？怎么工作？

（1）作用　宝马 N46B20 发动机有一个双级可变进气系统（DISA），如图 1-32 所示。DISA 伺服电动机驱动每个气缸的一个滑动套筒。这些滑动套筒可延长或缩短进气管道。这样在低发动机转速下能达到丰富的转矩变化，同时在高转速时不会丢失发动机功率。

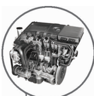
通过活塞的进气行程，在进气管中生成周期性的压力波。这些压力波通过进气管扩散。压力波在关闭的进气门处反射。一个根据气门的配气相位精确调整的进气管长度具有下列作用：在进气门就要关闭前反射空气波的一个压力峰值到达进气门，因此实现一次后续扫气。这个后续扫气将较大的新鲜空气成分输入到气缸中。

通过双级可变进气系统可以同时利用长进气管和短进气管的优点。

1）短进气管或具有大直径的进气管在高的转速范围内产生的功率高（同时在中等转速范围内转矩低）。

2）长进气管或具有小直径的进气管在中等转速范围内能够获得高的转矩。

（2）工作原理　DME 控制单元通过 DISA



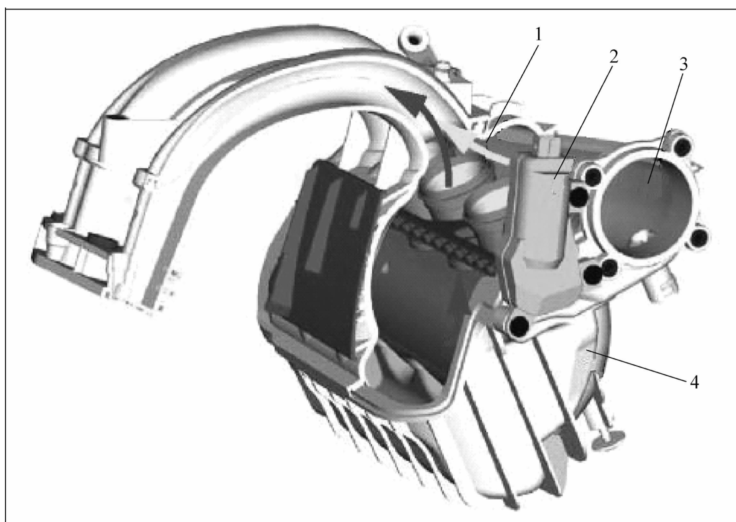


图 1-32　双级可变进气系统（DISA）

1—滑套　2—电动机　3—节气门接口　4—进气装置

伺服电动机（12V）与集成的传动机构调整滑动套筒。DME 控制单元存储是否已换高档或已换低档。在低于 4400r/min 时，DME 控制单元借助 DISA 伺服电动机关闭滑动套筒。在超过 4500r/min 时滑动套筒重新打开。这些切换转速已相互推迟（滞后），以防频繁地打开和关闭。

（3）失效影响　发生系统故障时滑动套筒保持在当时的位置上。驾驶人可通过功率损耗和最终速度减小识别系统故障。发动机关闭后，滑动套筒一次移动到极限位置。借此防止较长时间低转速行车时积炭和滑动套筒卡住。

50. 增压空气冷却系统的作用是什么？怎么工作？

宝马 N63 发动机首次使用了间接增压空气冷却系统，如图 1-33 所示。增压空气不直接进入气对气热交换器，而是通过一个空气/冷却液热交换器来冷却。为此 N63 发动机配备了一个独立的封闭式低温冷却循环回路。

增压空气冷却系统用于提高功率和降低耗油量。废气涡轮增压器内因其部件温度和压缩作用而受热的增压空气，在增压空气冷却器内可降至 80℃。这样可提高增压空气的密度，从而达到更好的燃烧室充气效率。由此可降低所需增压压力。此外还能降低爆燃危险并提高发动机效率。

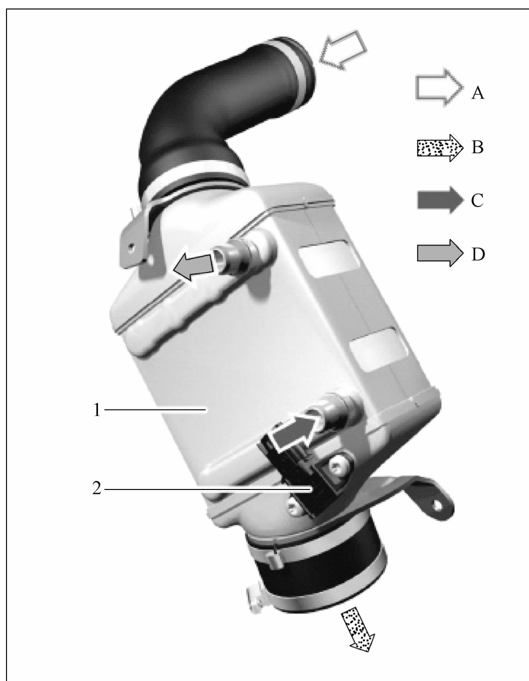


图 1-33　N63 发动机的增压空气冷却器

1—增压空气冷却器　2—增压空气温度和压力传感器
A—热增压空气　B—冷却后的增压空气
C—冷却的冷却液　D—加热的冷却液



间接增压空气冷却系统的优点是可以减小安装空间，因为它可以直接安装在发动机上。此外由于安装位置靠近发动机，还有助于明显减少增压空气导管的长度。这样可以明显降低压力损失，从而改善输出功率和发动机响应速度。

51. 高精度直喷系统（HPI）的作用是什么？怎么工作？

发动机管理系统根据发动机负荷和发动机转速确定所需燃油压力。通过共轨压力传感器测量实际达到的压力值并将其发送至发动机控制单元。对比共轨压力规定值和实际值后通过燃油量调节阀进行调节。

燃油从燃油箱处通过 EKP 经供给管路以 5bar 预压输送至高压泵内。预压值通过低压传感器来监控。EKP 根据需要输送燃油。如果该传感器失灵，EKP 就会在总线端 15 接通时以 100% 的输送功率继续输送燃油。

燃油在持续运行的单活塞式高压泵内加压，然后通过高压管路输送至共轨内。以这种方式存储在共轨内的加压燃油通过高压管路分配给压电喷射器。

宝马 N63 发动机的燃油系统如图 1-34 所示。

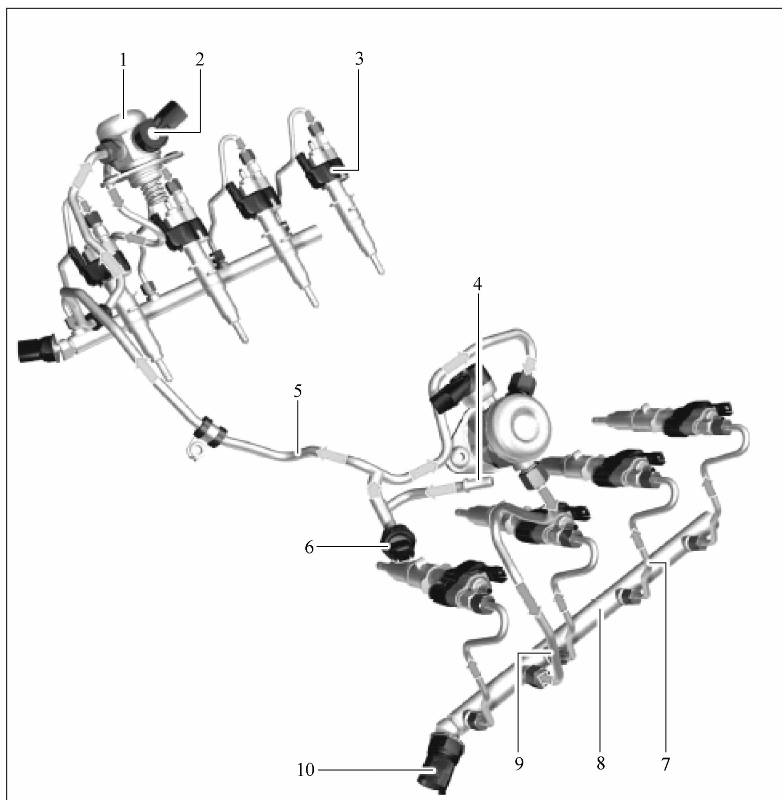


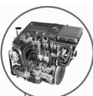
图 1-34 宝马 N63 发动机的燃油系统

1—高压泵 2—燃油量控制阀 3—压电喷射器 4—自 EKP 的燃油供给管路 5—供给管路 6—低压传感器 7—高压管路（共轨—燃油喷射器） 8—共轨 9—高压管路（泵—共轨） 10—共轨压力传感器

52. 双气流式进气管的作用是什么？怎么工作？

与发动机固定在一起的进气消声器共同构成双气流式进气导管。该布置的特点是可以将吸气和压力侧的压力损失降至最低。空气从 BMW 肾形格栅后方两侧吸入。通过每侧一个未过滤空气消声器对系统噪声进行优化。

仅在美规和韩规的车型中使用热模式空



气质量流量计。这里使用了数字式 HFM 7。它安装在进气消声器的出口处。将节气门直接安装在增压空气冷却器的前部。和 N63 发动机一样，为 N74 也装备了一个间接增压空气冷却系统。宝马 N73 发动机进排气系统如图 1-35 所示。

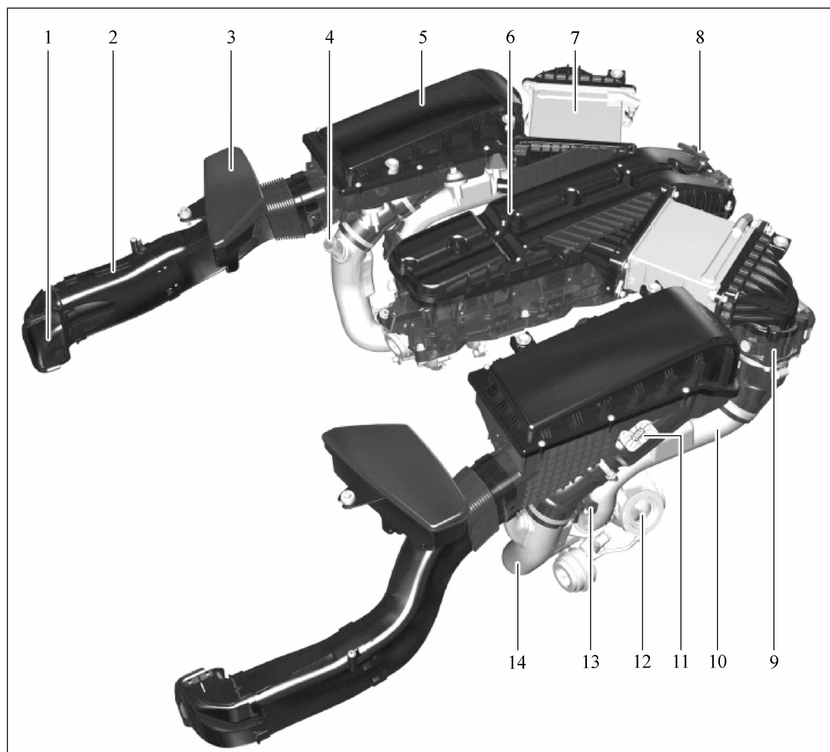


图 1-35 宝马 N73 发动机进排气系统

1—未过滤空气进气 2—未过滤空气管 3—未过滤空气消声器 4—接口，曲轴箱通风，增压运行模式 5—进气消声器 6—进气装置 7—增压空气冷却器 8—增压压力传感器 9—节气门 10—增压空气管 11—热模式空气质量流量传感器（仅限美规和韩规） 12—废气涡轮增压器 13—增压空气温度传感器 14—洁净空气管

53. 增压压力调节装置的作用是什么？怎么工作？

废气涡轮增压器的增压压力与到达废气涡轮增压器涡轮处的废气气流以及因此而产生的废气涡轮增压器转速有直接关系。无论是废气气流的速度还是质量都直接取决于发动机转速和发动机负荷。

持续运行的发动机真空泵产生真空并将其存储在两个真空蓄能器内，这样可以确保这些真空控制部件不会对制动助力功能产生不利影响。

通过废气旁通阀可影响输送至涡轮的废气流流量。达到所需增压压力时，废气旁通阀就会打开并使部分废气气流通过涡轮。这样可防止通过增大废气气流继续提高压缩机转速。

在满负荷运行模式下，N74 发动机进气管内的最高压力为 0.7bar（$1\text{bar}=10^5\text{Pa}$）。

发动机管理系统通过废气旁通阀调节增压压力。通过真空罐操纵废气旁通阀，由发动机管理系统通过电子气动压力转换器（EP-DW）来控制。

宝马 N74 发动机涡轮增压器如图 1-36 所示。



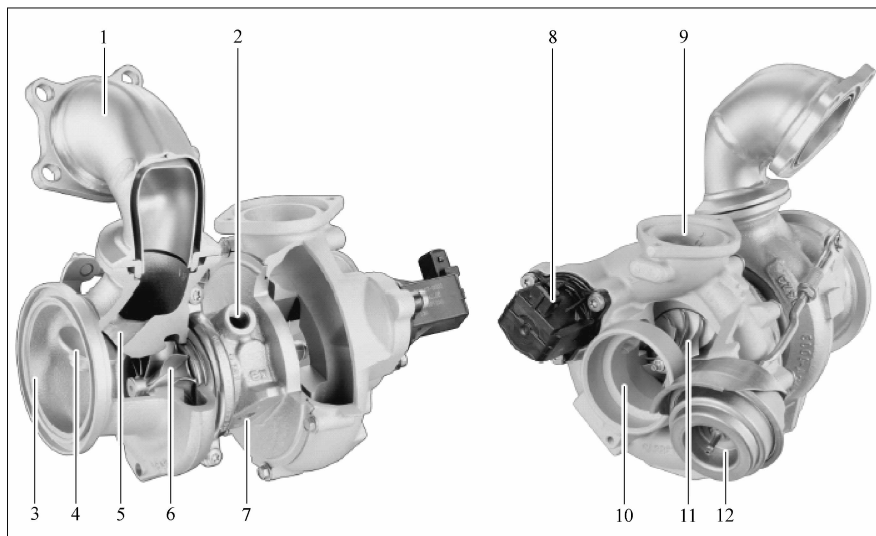


图 1-36 宝马 N74 发动机涡轮增压器

1—排气歧管接口（废气气流流入） 2—冷却液管路接口 3—催化转换器接口（废气气流流出）
4—废气旁通阀 5—废气旁通通道 6—涡轮 7—排油管路接口 8—循环空气减压阀
9—压缩空气冷却器接口（压缩气体排出） 10—进气消声器接口（压缩气体进入）
11—压缩机轮 12—用于控制废气旁通的真空罐

54. 循环空气减压阀的作用是什么?

循环空气减压阀集成在废气涡轮增压器中，用于降低节气门快速关闭时不希望出现的增压压力峰值。因此该阀门对降低发动机噪声起到了重要作用，并且有助于保护废气涡轮增压器部件。

节气门关闭时，系统将增压压力（节气门前）及其提高值与存储的规定值进行比较。如果实际值超出规定值达到一定程度，循环空气减压阀就会打开。从而使增压压力转至压缩机的进气侧。这样可防止出现造成部件损坏的干扰性泵动作用。

宝马 N74 发动机循环空气减压阀如图 1-37所示。

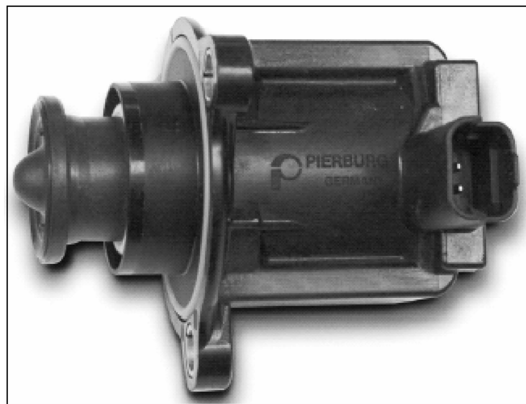


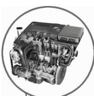
图 1-37 宝马 N74 发动机循环空气减压阀

55. 增压空气冷却系统是怎么工作的?

以宝马 N63 发动机的间接增压空气冷却系统为例，增压空气的热量不是直接通过空气热交换器释放到环境中，而是释放到冷却液里。由一个独立的冷却液散热器将冷却液中的热能释放到环境空气中。通过该系统可以尽量缩短增压空气导管的导管长度，以达到降低压力损失的目的。使用螺栓将气缸盖罩上的增压空气冷却器固定在发动机上，并直接与进气装置相连接。

56. 二次空气系统的作用是什么?

以宝马 N73 发动机二次空气系统为例，暖机阶段将附加空气（二次空气）吹入气缸



盖内的排气通道中，实现高温废气再燃烧，这样即可减少废气中未燃烧的碳氢化合物（HC）和一氧化碳（CO）。此时产生的能量可以更快地加热处于暖机阶段的催化转换器并提高其转换率。催化转换器开始稳定工作的温度约为 300℃，发动机起动后几秒钟内即可达到。新特点是在每个二次空气阀前都安装了一个压力传感器，可以通过记录压力比例对二次空气系统的功能进行监控。

57. 二次空气泵是怎么工作的?

以宝马 N73 发动机二次空气系统为例，电动二次空气泵安装在气缸列 1 的气缸盖上。该泵在暖机阶段将新鲜空气从发动机室内吸入。空气通过集成在该泵内的过滤器进行清洁，并通过压力管路输送至两个二次空气阀。

发动机起动后，二次空气泵由 DME 通过二次空气泵继电器供电（车载电压）。接通时间最多 20s，主要取决于发动机起动时的冷却液温度。当冷却液温度在 +5℃ ~ +50℃之间时才会启用。

58. 二次空气阀是怎么工作的?

以宝马 N73 发动机二次空气系统为例，每个气缸列都有一个用螺栓固定安装在气缸盖后端的二次空气阀。二次空气泵产生的系统压力大于阀门的开启压力时，二次空气阀打开。通过有利于空气流动的二次空气管路将空气送至气缸盖的纵向孔内。在纵向孔至 12 个排气通道的 24 个针孔内进行高温废气再燃烧。只要二次空气泵关闭二次空气阀就会关闭，以避免废气回流至二次空气泵。

59. 什么是空燃比控制?

活塞运动所产生的能量的大小和作用在活塞顶的压力有关，活塞顶上压力的大小取决于燃烧过程产生的热量，空气和燃料的完全燃烧能够获得最大热量。

为了完成燃烧过程，必须有 4 个要素：

1）正确数量的空气。

2）正确数量的燃油。

3）在一个密封的容器中进行混合。

4）这种混合气必须在合适的时刻受到足够数量的热量的冲击。

虽然还有其他因素影响燃烧过程，但这 4 个要素是最重要的。

空燃比不仅是影响发动机性能的主要因素，也是影响发动机以下 3 种污染物的生成量的主要因素：碳氢化合物（HC）、一氧化碳（CO）和氮氧化物（NO_x）。这几种污染物都是由于不合适的空燃比所产生的。所以维持合适的空燃比是排放控制系统设计的主要目标，计算机控制燃油喷射系统应运而生。

60. 计算机空燃比控制策略是怎样的?

在 EFI 系统中，计算机必须知道进入燃烧室中的空气的数量（质量），以便确定维持化学计量空燃比所需要的燃油量。因为进入燃烧室中的空气数量是一个不断变化的量，需要使用快速在线响应系统。计算机使用氧传感器测量排气中的氧气含量。它能够提供有关计算机控制的实际空燃比的信息，计算机将空燃比尽可能精确地维持在 14.7 附近。

喷油器脉宽确定喷入燃烧室中的燃油量，在大部分闭环控制工况下，计算机能提供合适的喷油脉宽维持正确的空燃比。例如，在怠速工况的喷油脉宽是 2ms，而在节气门部分开度时，维持化学计量空燃比的喷油脉宽是 7ms。制造厂有三种维持化学计量空燃比的基本策略，或者说是方法：速度密度法、质量流量法和密度速度法。无论使用哪种方法，为了控制合适的喷油脉宽，计算机必须知道吸入发动机的空气量。

61. 怎样理解喷油脉宽?

喷油脉冲宽度，指的是发动机控制单元控制喷油器每次喷油的时间长度，是发动机喷油器工作是否正常的最主要的指标。



发动机喷油器每次喷油的时间长度，由发动机控制单元控制。发动机油路中的压力是一定的，喷油时的流动速度也是固定的，所以喷油量只能通过喷油时间长短来控制。

发动机电子喷油嘴通过电磁阀来控制开闭，而发动机转速较高，喷油时间很短，因此 ECU 给出的喷油信号是一个很短暂的脉冲信号，这个信号的时间宽度就是喷油脉宽。

喷油脉宽单位是毫秒（ms），参数显示的数值越大，表示喷油器每次打开喷油的时间越长，发动机将获得较浓的混合气；参数显示的数值越小，表示喷油器每次打开喷油的时间越短，发动机将获得较稀的混合气。它随着发动机转速、负荷和进气量的不同而变化，ECU 根据这些指标来计算或查询数据库得出具体的喷油脉宽数值，有数据显示，一般脉宽范围在 1.5～3.0ms 之间，这个数据可作为参考数据。实际维修以诊断仪检测非故障车辆参数为准。

62. 电动冷却液泵怎么实现冷却？

大众 TSI 发动机电动冷却液泵如图 1-38 所示。

1）冷却循环回路的有效部件（例如泵、节温器和风扇）可通过电动方式进行调节。电动冷却液泵可确保热量管理系统要求的冷却液流量不受当前发动机转速的影响。

2）选择带有 EC 电动机（电子整流）和集成式电子装置且根据湿转子原理工作的电动冷却液泵。

3）电动冷却液泵不直接通过曲轴的动力进行工作。

4）发动机在长时间高速行驶后，如果直接熄火，独立的冷却液循环泵仍会自动继续工作一段时间，以消除涡轮增压器因过热产生的故障隐患。

5）在发动机没有大负荷运作时，冷却系统也会根据情况停止工作，达到节能的目的。

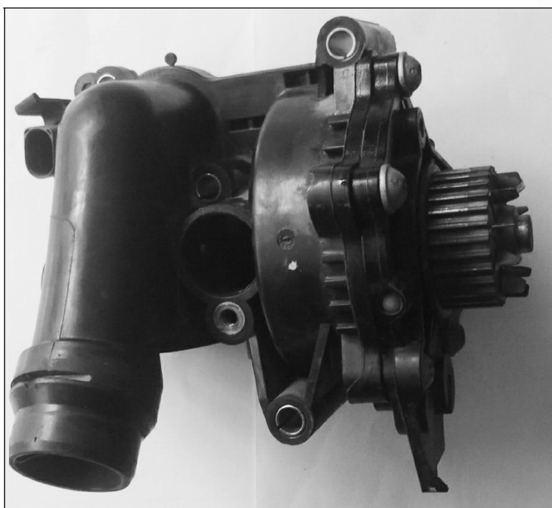


图 1-38 大众 TSI 发动机电动冷却液泵



第二节 故障诊断与维修操作

63. 机油损耗量大的故障原因有哪些？

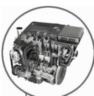
（1）正常磨损 发动机正常寿命，到了该大修发动机的时候。

（2）非正常磨损 造成非正常磨损的原因有产品质量和使用不当造成的早期磨损。

造成发动机早期磨损的原因有使用不合格的机油、超期不更换机油和机油滤清器、冷车深踩加速踏板起动、长时间缺少机油下运转、长时间高温状态下运转、长期超负荷高转速下运转（发动机转速超过 4000r/min）、长期在空气质量不好（灰尘含量超标）和到期不更换空气滤清器的状态下运转、机油泵油泵力不足、油压过低、机油道堵塞等等，都会使发动机使用寿命减少造成早期磨损。

64. 机油损耗量大的受损部件有哪些？

1）气缸套、活塞的磨损会使气缸壁的间隙变大而造成部分机油窜入燃烧室燃烧。



2）活塞环的磨损、活塞环弹性减弱或断裂、活塞环走对口（几个活塞环口成一条直线）造成密封不严而使部分机油窜入燃烧室燃烧。

3）气门油封老化破损也会让部分机油进入燃烧室燃烧，特别是进气门油封老化破损更易让机油进入燃烧室燃烧。

4）发动机废气管（机油室通发动机进气管）堵塞造成机油室压力过高而造成部分机油窜入燃烧室燃烧。

5）气缸垫油道与气缸对冲也会使部分机油窜入燃烧室燃烧。

6）涡轮增压器在起动和关闭机器时也消耗部分机油。

由于废气涡轮增压器是依靠进排气的平衡压力密封润滑油的，因此，在起动和关闭机器时，总是要有少量的发动机机油漏出，这也是所有采用废气涡轮增压器的发动机所具有的特点。

65. 机油损耗量大故障怎么排除？

1）检查废气管是否通畅。如果不通，清洗或更换。再行驶一段时间查看机油是否缺少，排气管是否还冒蓝烟。

2）测量气缸压力，如果气缸压力正常，则表明是因气门油封老化破损导致的烧机油，更换气门油封。

3）气缸压力如果单缸、多缸都低于正常值，那么只有拆卸缸盖检查缸垫是否冲油道、缸径磨损程度、活塞磨损程度、活塞环的弹性等等。如果只是冲油道，更换缸垫来排除。如果缸径、活塞磨损过大，应该修复缸套更换活塞、活塞环。如果缸径磨损不大，可更换活塞、活塞环。如果是活塞环原因，那么只有更换全部活塞环来排除故障。

66. 怎么判断和排除汽车发动机烧机油？

发动机烧机油是较严重的故障现象，应早发现早治疗。

（1）判断方法　发动机各部件间隙过大、装配调整不当或长时间磨损等原因，都会使机油经不同渠道进入燃烧室而被烧掉。发动机烧机油现象的轻重，可通过观察排气管尾气的颜色加以判别和检视。当发动机怠速运转时，在尾气中有深蓝色的烟排出，若让发动机做短暂的加速运转，排气管中将会因深蓝色烟的过量排出，而出现较为明显的烟雾；有时，通过观察加机油口也可观察到大量的烟或有脉动的冒烟现象，这样便可判定发动机烧机油。

（2）原因和处理

1）发动机有关部件磨损过度，会导致配合间隙过大，从而使过量的机油溅到气缸壁上，远远超过了油环的刮油能力。曲柄轴瓦间隙过大，机油便会从一个或多个压力润滑轴瓦处泄漏。

主要部件：活塞环、活塞、曲轴主轴颈瓦、连杆瓦、曲轴止推片。

最佳处理方式：更换这些主要部件。

2）发动机有关部件装配不当或失效而引起的烧机油。

主要部件：气门油封脱落或者老化。

最佳处理方式：更换气门油封。

3）汽车发动机修理质量低劣、配件选择不当，也是造成烧机油的一个原因。例如活塞环。活塞环间隙大、张力不够，不能刮干净气缸壁上的机油，这些机油会进入气缸内燃烧掉，导致机油消耗。

劣质部件也极有可能导致发动机损坏。例如，连杆轴承瓦烧蚀导致发动机曲轴损坏。发动机严重磨损。

67. 机油泄漏的主要原因有哪些？

1）机油外漏，必要时紧固螺栓和/或更换衬垫和油封。

2）机油油位不当或机油尺读数不正确，车辆停放在水平地面时，等待足够长的时间使机油回流并检查机油油位是否正确。

3）曲轴箱通风系统阻塞或零部件故障。



4）涡轮增压器故障。

68. 机油泄漏故障怎么排除？

1）密封垫老化，油底壳垫、气门室盖垫、曲轴前后油封、凸轮轴油封。这些部件出现问题只能更换。

在实际维修中多数需密封的部件表面需要涂抹密封胶，其应用方法：

① 清除密封胶应用表面和配合面上附着的旧密封胶。从密封胶应用表面、固定螺栓和螺栓孔上彻底清除附着的旧密封胶。

② 擦拭干净密封胶应用表面和配合面，清除附着的水、润滑脂和异物。

2）机油加油口，每次加机油注意小心稳当，不要外溢和滴漏。

3）放机油口的螺栓，每次换完机油锁紧时要切记不能过度用力，尤其是铝制油底壳，这样几次后就会导致密封不严，机油渗漏。

4）机油滤清器座密封不严导致机油渗漏，应更换密封垫圈。

69. 冷却液泄漏的主要原因是什么？

冷却液泄漏主要是部件损坏、部件密封垫损坏造成的直接泄漏；还有就是冷却液温度高造成的冷却液强制溢出。

如果在冷却系统中出现节温器损坏、电子扇损坏、散热器亏水等情况，就会使散热器内的冷却液无法降温，导致冷却液温度升高，当达到冷却液的沸点时就会产生大量气泡，一部分面积被气泡所占据，使气缸壁周围严重亏液，虽然在散热器内还有冷却液，但是在气缸壁周围却没有足够的冷却液来散热，大大降低了热交换效率，也就无法将气缸中的热量带到冷却液温度散热。

70. 温度高对发动机有哪些损坏？

在高负荷驾驶时气缸内的温度会迅速上升，如果不及时将这些过多的热量散发掉而仍然持续高负荷驾驶，就会使活塞、活塞环、连杆等部件的强度降低，甚至变形，承受不了正常的负荷，同时也会破坏各零件间的正常间隙，使零件间不能保持正常的油膜，轻则会使发动机拉缸、烧瓦，重则会损坏发动机。

造成散热器内冷却液沸腾的原因很多也很复杂，当发现冷却液温度过高时应立即停车，并采用正确方法应急，否则过高的冷却液温度会加速发动机内部零件之间的磨损，对发动机造成极大的损伤。

71. 怎么判断和排除冷却液泄漏？

（1）判断方法

1）目测冷却液罐，低于下限位置，就需要补充冷却液。

2）仪表板上的发动机温度指示灯点亮，报警温度升高。例如，捷达电子组合仪表温度指示针在90℃以上，则需检查是否有冷却液泄漏。

（2）原因和处理

1）检查冷却液管路，尤其是散热器上下水管接口处，缸盖上出水法兰及水管接口处。暖风散热器接口处、冷却液温度传感器接口处及其他管路接口处。

主要部件：水管、水管卡箍。

最佳处理方式：一般在接口处涂抹密封胶重新安装水管和更换卡箍即可解决。

2）冷却液系统部件损坏，造成冷却液泄漏和发动机温度高。

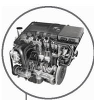
主要部件：散热器、暖风水箱、水泵、出水法兰、冷却液罐（盖）、散热器盖。

最佳处理方式：更换损坏的部件，视情况对散热器进行焊补。

72. 怎样排放冷却液使冷却系统内不易憋气？

1）安装散热器下部水管及机油冷却器上的冷却液软管。

2）缓慢添加冷却液至补偿罐上阴影区的上部标记。



3）密封补偿罐；关闭空调。

4）起动发动机，使发动机转速约为2000r/min，并保持约3min。

5）使发动机运转至风扇起动。

6）关闭点火开关。

7）检查冷却液液位并在必要时补充缺少的冷却液。

8）在暖机后的发动机上，冷却液液位必须在阴影区的上部标记处。

9）在冷的发动机上，冷却液液位应大约在阴影区的中部。

73. 怎样就车检查冷却液泵故障？

（1）冷却液泵故障影响　冷却液泵损坏会导致发动机温度升高，应及时更换冷却液泵。

（2）冷却液泵检查　拔下通往冷却液罐的回水管，发动机运转回水正常，表明冷却液泵正常工作；如这时无回水，则表明冷却液泵损坏。

74. 怎样就车检查节温器故障？

（1）故障影响　发动机温度达到节温器开启温度时（如捷达轿车，103℃时节温器打开），但节温器无法打开，温度持续升高，则表明节温器损坏。应更换节温器。

（2）具体检查　发动机温度达到节温器开启温度时，关闭发动机，用手摸冷却液散热器中的上下水管，判断温度是否一致，正常情况下应该都很烫手。如果上下水管温差较大，上水管烫手，下水管温度极低，则可以判断是节温器故障。

75. 诊断发动机异响有什么技巧？

根据响声的大小、发出的部位、声响的特征、振动的程度、故障生成的环境和时间特征以及声响变化的规律等因素初步诊断。观察排气、发动机温度、机油压力的变化及使用中的其他相关情况等作全面分析与推断，必要时可借助诊断仪器，使异响的诊断更准确。

76. 影响发动机异响的因素有哪些？

发动机的异响与配合间隙、润滑条件、温度、负荷、转速等因素有关。

（1）配合间隙　当润滑、温度、负荷和速度等一定时，异响随配合间隙的增大而变得明显。如活塞与缸套的配合间隙越大，响声也越明显。

（2）润滑条件　品质好的润滑油和适宜的压力能产生较好的润滑油膜。润滑油膜越厚，机械冲击就越小，噪声也就越轻，异响就不易发生。

（3）发动机温度　金属零部件受到高温作用引起几何形状变化，这种变形又影响到配合间隙变化，润滑油在高温下易变质和变稀（润滑油黏度下降），使润滑油膜厚变薄，润滑性能变差。

（4）发动机负荷　负荷越大异响就越明显。根据异响随负荷变化的规律和特点就可判定故障的性质和位置。例如：发动机稳定在怠速运转，就可听到清晰的活塞敲缸响；而不严重的连杆轴承响则需要急抖节气门才能听到；活塞敲缸响和连杆轴承响都有在单缸断火后异响减弱或消失的特点，利用这一特点不仅能确定故障的性质，而且还能找出故障的位置。

（5）车速和转速　发动机之所以出现异响，是因为每种异响都有其特定的振动频率，当运动速度的频率是异响频率的整数倍时，会产生共振现象，于是异响加剧。即每种异响在其响声最明显时都对应一个运动速度段（速度范围）。如活塞敲缸响在发动机的低速段最明显；连杆轴承响在发动机的中速段最明显，传动轴不平衡响在汽车中速以上行驶时最突出，随着车速的升高，传动轴的振动也随之加剧。

（6）故障生成范围　异响部位一般离故障位置较近，据此可以判定是什么机构、总成或系统出现故障，从而缩小诊断故障的范



围。如异响在气门室处明显，说明气门机构有故障；在曲轴箱内异响明显，说明活塞、活塞销、连杆或曲轴轴承有故障等。

77. 活塞敲缸有什么特征？是什么原因？

活塞敲缸指活塞上下运动时在气缸内摆动或窜动，其头部或裙部与气缸壁、缸盖碰撞发出的响声。通常专指活塞与气缸壁间隙较大，活塞上下运动时撞击气缸壁发出的响声。

发动机冷态不响，热车后怠速发响，并伴有机体轻微抖动，且温度越高，响声越大，即为热态敲缸。热态敲缸要及时排除，否则会转化成拉缸事故。

（1）故障特征　发动机怠速或低速运转时，在气缸的上部发出清晰而明显的、有节奏的“哒哒哒”的连续不断的金属敲击声，严重时响声变沉重，即为“当当当”声响。

（2）故障原因

1）活塞与气缸壁配合间隙过大。

2）活塞裙部腐蚀，或气缸磨损过大。

3）油压过低，气缸壁润滑不良。

78. 怎么判断和排除活塞敲缸故障？

（1）判断方法

1）怠速或低速时比较清晰，中速以上运转时，异响减弱或消失。

2）负荷加大，响声加大。

3）一般冷车时响声明显，热车后响声减弱或消失，即冷敲缸，严重时冷热均敲缸，并伴有振抖。

4）将发动机置于异响明显的转速下，进行单缸断火试验，响声明显减弱或消失。

5）曲轴转一圈，发响一次，且有节奏性，转速提高响声加快。

6）润滑不良响声加重。

7）将听诊器或听诊杆触在机体上部两侧进行听诊。若响声较强并稍有振动，再结合断火试验，即可确定出异响气缸。

8）伴随现象：排气管排蓝烟、缸压降低等。用手将螺钉旋具或听诊器抵紧气缸侧部触试，有明显振动感。

（2）原因和处理　热车敲缸的故障原因为连杆轴颈与主轴颈不平行、连杆衬套轴向偏斜等造成的活塞偏缸，活塞配合间隙过小、椭圆度过小或反椭圆、活塞变形等造成的活塞过紧，活塞环端隙、背隙过小造成的活塞环卡滞等。

冷热均敲缸的故障原因为活塞销与连杆衬套或与连杆小头装配过紧，连杆轴承装配过紧，活塞裙部圆柱度过大等，冷敲缸或热敲缸较为严重时也会导致冷热均敲缸。

（3）主要损坏部件和处理方法

1）按照故障生成概率从大到小依次为活塞及活塞环、连杆轴承瓦、连杆、活塞销、气缸套（气缸壁）等。

2）最佳处理方式：拆检发动机，更换活塞、活塞环、活塞销；更换连杆轴承、视情况更换维修曲轴（磨轴）；视情况更换连杆；视情况维修气缸（镗缸）。

79. 活塞销异响有什么特征？是什么原因？

（1）故障特征　在怠速、低速和从怠速向低速抖动节气门时，发出响亮、尖脆而有节奏的“嘎嘎嘎”金属敲击声，类似两个钢球相碰的声音，呈上下双响。略将点火时间提前，声响加剧，在同样转速下比活塞敲缸响连续而尖锐。

（2）故障原因

1）活塞销与销孔、连杆衬套磨损严重，配合间隙过大。

2）卡环松旷、脱落。

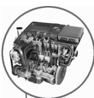
3）润滑不良。

4）活塞销断裂。

80. 怎么判断和排除活塞销异响故障？

（1）判断方法

1）转速变化时，响声也随之呈周期性



变化，加速时声响更大，在发动机转速稍高于怠速时比较明显，比轴承响清脆。抖动节气门，从怠速向低速加速时，响声能随转速的变化而变化，且在转速升高的瞬间，发出清脆、连续而有节奏的响声。

2）温度上升，响声没有减弱，甚至更明显。有时冷车时响声小，热车时响声大。

3）单缸断火时，响声减弱或消失。复火时响声会明显出现一响或连续两响。严重时，在响声较大的转速下进行断火试验时，往往响声不消失且变得杂乱。

4）用螺钉旋具或听诊器抵触在发动机上侧部或气缸盖上察听，同时变换转速，在气缸壁上部听诊比在下部明显。若响声不明显，可略将点火时间提前，这时响声会较之前明显，特点是上下双响，声音较脆。

5）根据不同征兆具体诊断

① 若转速越高，响声越大，单缸断火时响声反而杂乱，则故障为活塞销与衬套间隙过大。

② 怠速运转时，响声为有节奏而较沉重的响声，提高转速声响不减，同时伴有机体轻微抖动，断火试验响声加重，则说明活塞销自由窜动。

③ 若急加速时声响尖锐而清晰，断火试验响声减轻或消失，则很可能是活塞销折断。

（2）主要损坏部件和处理

1）按照部件故障生成概率从大到小依次为：活塞销、活塞及活塞环。严重的话可能会导致气缸内部其他部件损坏。

2）最佳处理方式：拆检发动机，更换活塞销、活塞及活塞环。

81. 活塞环的异响有什么特征？怎么排除？

（1）活塞环的金属敲击声

1）当活塞环折断，或者活塞环与活塞环槽间隙过大时会引起一定的敲击声。

2）气缸上部磨损后，活塞环与气缸上接触不到的地方几乎没有磨损形成台阶，如修理不当使活塞环与气缸台阶相碰会发出一种钝哑的“噗、噗”的金属碰击声，随着转速的升高，声响也随之增大。

（2）活塞环漏气声响

1）原因与特征：活塞环弹力减弱使活塞环与气缸壁密封不严、活塞环的开口间隙过大或开口重叠、气缸壁划伤有沟槽等，都会造成活塞环漏气。活塞环漏气声响会出现一种空洞的“喝、喝”或“吱、吱”声响，严重时有较明显的“噗、噗”的声响。

2）判断方法：向气缸内注入少许润滑油，若声音降低或消失，但不久又出现，即说明活塞环漏气。

（3）活塞环积炭过多的异响

1）故障特征：积炭过多时的声响，是一种尖锐的“喋、喋”声，发动机有时还不容易熄火停车。

2）积炭的原因：产生积炭的主要原因是活塞环与气缸壁密封不严，开口间隙大，活塞环装反，开口重叠，使润滑油窜入燃烧室，或者因汽油标号不符合要求，混合气过浓，空气滤清器过脏导致。

82. 气门漏气异响有什么特征？怎么排除？

（1）气门漏气的原因

1）气门与气门座圈工作斜面磨损、烧蚀、产生斑点或凹陷、有积炭。

2）气门杆与气门导管之间间隙过大，气门杆晃动或气门杆弯曲，气门头部歪斜，导致气门关闭不严。

3）气门弹簧弹力减弱及失去弹性或弹簧折断，也可造成气门与气门座之间不能严密配合。

4）气门间隙小，气门杆受热膨胀后，挺杆与摇臂顶开气门，使气门不能完全关闭而漏气。

（2）排除方法　在排气消声器部位，如听到有“唏、唏”的声音，此声响表示发动



机排气门有漏气现象；而在进排气侧听到有“嘘、嘘”的声响，则表明发动机进气门有漏气现象。

1）按照部件故障生成概率从大到小依次为：气门、气门导管、气缸盖。

2）最佳处理方式：拆检发动机气缸盖，根据实际情况，检查故障所在，加以修理调整或更换相关的磨损和损坏的配件。

83. 气门机械异响有什么特征？是什么原因？

（1）故障特征　怠速时，在气门室处发出连续不断地有节奏的“嗒嗒嗒”声，响声清脆有节奏，易区分。若有多只气门脚响，则声音杂乱，且断火试验响声无变化。

（2）故障原因

1）气门脚润滑不良，或因磨损、调整不当造成气门间隙过大。

2）气门间隙处两接触面不平。

3）气门杆与气门导管配合间隙过大。

4）摇臂轴配合松旷。

84. 怎么判断和排除气门机械异响？

（1）判断方法

1）转速增高响声增大，节奏加快。怠速、低速时响声明显，中速以上变得模糊杂乱。

2）负荷、温度、缸位对气门脚响无影响，断火试验异响无变化。

3）怠速下在气门室或气门罩处听诊，异响非常明显，气门脚响清脆有节奏，在发动机周围就能听到较为清晰的响声。

4）将气门室盖拆下，在怠速时用适当厚度的塞尺插入气门间隙处，若响声消失或减弱即可确诊为该气门间隙过大。也可用塞尺检查或用手晃试气门间隙，间隙最大的往往是最响的气门。为进一步确诊是气门脚响还是气门落座响，可在气门间隙处滴入少许机油，如瞬间响声减弱或消失，说明是气门脚响；如响声无变化，说明是气门落座响。

（2）主要损坏部件和处理方法

1）按照部件故障生成概率从大到小依次为：气门、气门导管、气缸盖、气门弹簧。

2）最佳处理方式：拆检发动机气缸盖，根据实际情况，检查故障所在，加以修理调整或更换相关的磨损和损坏的配件。

85. 气门弹簧异响是什么原因？

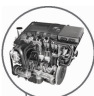
（1）原因　一般气门弹簧采用了防噪声结构，即采用非等距弹簧，也就是气门弹簧全长范围内不等距。非等距弹簧又分为对称型和非对称型。有些车型采用内外双弹簧结构，当车辆运行时间较长（15 万 km 以上）时，由于弹簧过度疲劳，会出现疲劳或断裂现象，从而导致气门异响故障发生。

（2）维修事项　当发动机大修或进行气门研磨修理时，应特别注意非对称型不等距弹簧的安装方向。一旦非对称弹簧方向装反，发动机怠速运转时将会工作不稳，高速运转时噪声将会加大，并会伴随有很大的发动机振动异响。

86. 怎么判断和排除积炭造成的发动机高速运转时气门异响故障？

（1）原因和判断方法　当发动机大量积炭时，尤其是进气门杆相对存在大量积炭时，对于多气门结构的发动机，因气门弹簧力有限，发动机在高速运转情况下，进气门杆积炭会导致气门导管与气门杆摩擦力过大，气门回位速度过迟。加之活塞顶积炭又会造成气门与活塞运动时间隙过小，最终使得活塞顶与气门头部形成撞击，发出活塞和气门异响声。但在发动机处于怠速工况时，由于活塞运动速度相对气门弹簧回位速度较慢，气门一般不会撞击活塞。而当气缸和进气门积炭较严重时，发动机高速运转，气门便会产生异响。

发动机异响除机械方面原因外，还应考虑电控点火、ECU 控制等方面，主要表现为



“回火”和“放炮”两个方面。

（2）处理和措施　清洗进气道，清洗积炭；加注正规加油站汽油；定期更换燃油滤清器和空气滤清器。

87. 液压挺杆异响有什么特征？是什么原因？

（1）故障特征　发动机怠速运转时发出有节奏的金属敲击声，中速以上响声减弱或消失。用听诊器察听，凸轮轴附近响声明显，断火试验，响声无变化。

（2）故障原因

1）挺杆与导孔配合面磨损严重。

2）挺杆液压偶件磨损。

3）润滑油供油不足。

88. 怎么判断和排除液压挺杆异响？

（1）判断方法　改变发动机转速并用听诊器察听响声的变化。怠速时发动机顶部响声明显，中速以上响声减弱或消失，断火试验响声无变化，即为液压挺杆响。

具体异响生成部位可用听诊器根据响声变化来判断。在起动时液压挺杆有不大的响声是正常的（润滑油未充分进入液压挺杆），发动机转速达到2500r/min后继续运转2～3min，若挺杆仍有响声，应先检查调整机油压力。若机油压力正常，则应更换液压挺杆。

（2）主要损坏部件和处理方法

1）按照部件故障生成概率从大到小依次为：液压挺杆、液压挺杆调整垫片。

2）最佳处理方式：拆检发动机气缸盖，更换液压挺杆。

89. 怎么判断单一挺杆异响？

单一挺杆异响是单一液压挺杆工作不良或气门杆弯曲造成的，如果响声过大，还会造成发动机怠速工作时运转不平稳。在诊断这种故障时可采用真空表检查发动机怠速运转时进气系统的真空度和用气缸压力表检查发动机气缸压力的方法来诊断。当真空表摆幅大于5kPa或气缸单缸压力过低或过高时，说明该缸进气挺杆或排气挺杆存在故障。

90. 怎么判断所有挺杆异响？

所有挺杆异响大多是由于机油压力过低或液压提杆油路堵塞造成的。由于油压过低，不能及时向挺杆充油，挺杆内的油压就会逐渐下降，挺杆与气门间隙随之增大，形成异响。对于此类故障，应用机油压力表检查机油压力。一般发动机怠速运转时油压应大于150kPa，转速2500r/min时应在250～600kPa（油压过高会造成发动机高速运转时气门关闭不严）。当然，除了检查发动机机油压力，还应检查液压挺杆的上油情况，以防油路堵塞。

91. 曲轴主轴承异响有什么特征？是什么原因？

（1）故障特征　在气缸体下部靠近曲轴箱分界面处听见曲轴轴承响声沉重发闷，发动机一般稳定运转不响，突然改变转速时，发出沉重连续的“镗、镗”的金属敲击声，严重时发动机发生振动；发动机转速越高，响声越大；发动机有负荷时，响声明显。

（2）故障原因

1）主轴承盖螺栓松动。

2）轴承径向间隙大。

3）曲轴润滑不良。

4）曲轴弯曲。

92. 怎样判断和排除曲轴主轴承异响？

（1）判断方法

1）初步确认故障：观察机油压力，发动机高速时机油压力下降更明显。在机油加注口察听，转速突然变化时，发出低沉的“镗、镗”的响声，则为曲轴轴承响。

2）利用断火法确认故障：单缸断火，响声无变化，而相邻两缸断火时，响声会明



显减弱。

3）发动机在不同转速下的具体诊断

① 发动机在中速反复加速或减速，加速时明显增大，为主轴承松旷响。

② 发动机高速时机体有较大的振动，汽车载重爬坡时，驾驶室里有振动感，此时机油压力明显下降，则为轴承间隙过大或合金脱落，应及时修复。

③ 发动机工作温度正常，当转速由低速升高时，有“镗、镗”的有节奏而沉重的响声，发动机温度越高，响声越明显，到高速时响声变为杂乱，则有可能是曲轴弯曲。

（2）主要损坏部件和处理方法

1）按照部件故障生成概率从大到小依次为：曲轴主轴承（大瓦）、曲轴止推片、曲轴。

2）最佳处理方式：拆检发动机气缸体，更换曲轴主轴承（大瓦）、曲轴止推片；如果曲轴弯曲应视情况校正或更换曲轴。

93. 连杆轴承异响有什么特征？是什么原因？

（1）故障特征　机油加注口处响声明显。比曲轴轴承响声强，发出有节奏的短促的“当、当”响；怠速突然加速到中速时，有明显连续的“当、当”响；当负荷和转速增加时，响声也随之增加，急加速时尤为明显。

（2）故障原因

1）连杆轴承盖螺栓松动。

2）轴承径向间隙过大。

3）轴承烧毁或合金脱落；润滑不良。

94. 怎样判断和排除连杆轴承异响？

（1）判断方法　检查机油压力是否下降，然后变换转速由低速突然加速到中高速时，发出有节奏的“当、当”响声，单缸断火响声减弱或消失，复火时若响声恢复，则此现象为连杆轴承间隙过大所致。

低温开始起动发动机时，由低速突然加速到中高速时，发出有节奏的“当、当”响声，发动机温度升高，其响声增大；转速增高，其响声减弱而杂乱，单缸断火实验，响声消失，此现象是轴承损坏严重。

（2）主要损坏部件和处理方法

1）按照部件故障生成概率从大到小依次为：连杆轴承（小瓦）、曲轴。

2）最佳处理方式：拆检发动机气缸体，更换连杆轴承（小瓦）；如果曲轴有损伤，视情况维修曲轴（磨轴）或更换曲轴。

95. 正时带和正时链异响有什么特征？是什么原因？

（1）正时带异响特征　当发动机低速运转时，在发动机上部偏前，有一种类似气门脚响的声音，随着转速提高响声减弱或杂乱；冷车、热车变化不大；通过调整气门间隙，响声仍不消失；当手触摸到正时齿轮盖时，有振动的感觉。正时带上淋一点水时，异响瞬间消失。

（2）正时带或正时链条异响的主要原因

1）张紧器失效导致正时带或正时链条抖动产生撞击异响。

2）张紧轮轴承异响。

3）张紧器过紧，造成正时带或正时链条异响。

4）正时链条磨损或正时带磨损造成异响。

96. 进气正时自动控制机构异响是什么原因？

有些车辆采用了进气正时电子控制系统，如丰田、大众等车型。该系统在使用一段时间后极易产生异响，特别是低速时更易出现。在检查时，一般采用的方法是在发动机怠速时，将控制电磁阀插头拔下，接入12V电压，令电磁阀工作。若响声消失，则可判定电磁阀本身正常，应该是调节机构的问题。当然也应检查机油压力，以排除机油压力过低的原因。



97. 机油滤网堵塞导致的液压挺杆异响怎么办?

1）检查发动机机油压力发现过低，这时要拆卸油底壳，清除滤网堵塞。

2）从机油泵出油口吹入压缩空气，滤清器座通风良好；由滤清器座中央吹入压缩空气，通过主油道从曲轴轴承油孔出气良好。

3）清洗后检查通风良好。清洗机油泵及滤网，更换机油及滤清器，故障即可排除。

98. 为什么通风管路堵塞会导致发动机异响?

1）发动机运转时能听到上部有“哧、哧”的非正常吸气声音。

2）认真检查，这种声音一般出自发动机机油加注口和油尺处，这时，断开进气歧管上的通风管、断开曲轴箱上的主通风管，就会发现“哧、哧”声没了。

这就说明曲轴箱通风装置上的真空系统有问题，拆下主通风管会发现加热电阻堵塞。

3）通风管路堵塞导致发动机异响的主要原因：主通风管堵塞会造成曲轴箱不能补给空气，曲轴箱内形成负压，这样就会造成机油加注口和油尺口有空气吸入。

99. 发动机起动困难有哪些主要原因?

发动机起动困难一般表现在冷起动困难和热车起动困难，原因有以下几种：

1）混合气浓度。有混合气过稀和混合气过浓两种情况。

2）供油系统。供油的故障可能出现在燃油质量、燃油泵、燃油滤清器、燃油压力调节器、喷油器和冷却液温度传感器上。

3）进气系统。空气滤清器堵塞、进气系统漏气和怠速控制故障。

4）机械系统、发动机正时方面故障。

5）起动和点火系统方面故障。

100. 发动机起动冷起动困难有哪些主要原因?

冷起动系统故障一般有以下情况：

1）冷起动喷油器被胶质物堵塞，影响喷油雾化质量，导致冷起动困难，冷起动喷油器失效不能正常工作。

2）热敏温控开关短路（触点常闭）或断路（常开），如果触点常闭，则热车时仍控制冷起动喷油器喷入过多的燃油而导致热起动困难，如果温控开关发生断路，则冷起动喷油器将始终处于不能工作状态而造成冷起动困难。

3）冷却液温度传感器故障，导致信息传输错误。

4）进气道和燃烧室积炭严重。

101. 怎么检修燃油压力导致的发动机起动困难?

发动机燃油供给系统的油压对混合气成分有直接的影响。

1）首先应检查燃油压力。先将燃油压力表接入燃油管路中，然后起动发动机，测量燃油压力。如果燃油压力过高，大多是压力调节器故障。如果燃油压力过低时，可夹住回油软管，如果燃油压力上升到正常值，说明燃油压力调节器损坏；否则可检查燃油泵和燃油滤清器。发动机熄火后检查燃油压力，应保持在规定值5min；否则说明喷油器渗漏，导致混合气过浓。

2）如果电动燃油泵能正常工作，其点火故障多是由于燃油泵滤网脏污而堵塞，致使燃油泵不能吸入足量的燃油或燃油滤清器不够畅通，进而引起供油系统压力不足。

3）喷油器故障。喷油器喷孔被胶质物体堵塞，积炭或密封不严造成滴漏，从而导致混合气浓度过小或过大。喷油器故障的检测如下：



①起动发动机，用听诊器在每个喷油器处诊听运作声音，如果听不到声音，应检查配线插接器、喷油器或来自发动机 ECU 的喷射信号。

②用万用表测量喷油器端子间的电阻，如电阻值与规定值不符，则更换喷油器。

102. 怎么检修 ISC 故障导致的发动机起动困难？

步进电动机型怠速控制阀（ISC）故障。ECU 根据发动机的工况，调节步进电动机，以调节旁通空气通道的开度，从而实现旁通进气量的调节。如果发动机出现起动困难，但稍踩加速踏板却可以起动，则表明怠速控制（ISC）阀有故障。拆解 ISC 阀会发现阀体锥面有较多积炭、胶质黏滞、油污堆积，这样就减小了锥形阀的可调范围，致使冷车起动时进气量减小、混合气过浓而出现起动困难。

103. 怎么检修冷却液温度传感器故障导致的发动机起动困难？

发动机冷却液温度传感器是用来检测冷却液温度的，并将其转化为与温度有关的电压信号输入发动机 ECU，作为 ECU 修正喷油量的依据。如果冷却液温度传感器出现故障或失效，或与 ECU 间的连接电路短路、断路，或表面水垢严重时，则会造成输出信号出现较大偏差，从而导致喷油器不能适时增大或减少喷油量，最终使电喷发动机起动困难故障发生。

104. 怎么检修转速信号传感器故障导致的发动机起动困难？

转速信号系统故障。发动机转速和曲轴位置传感器在发动机工作时检测其转速信号、提供曲轴位置信号，并作为控制系统进行各项控制的主要依据和基础。

如果传感器或其线路出现故障，则 ECU 将不能接收到速度信号和曲轴位置信号，就无法正确地控制燃油喷射和点火正时，就会出现喷油器不动作、火花塞不跳火的现象。故障诊断仪可以检查其出现的故障码。

105. 发动机不能起动的故障有哪些原因？

（1）发动机能正常起动必须具备三大要素，即足够的气缸压力、火花和可燃混合气。如果其中某一要素出现异常，将会导致发动机不能起动或者起动困难。

（2）发动机不能起动主要表现

1）起动机不运转。

2）起动机运转无力。

3）起动机运转正常而发动机不能起动。

106. 发动机无着火征兆是什么原因？

正常起动发动机，不能起动且无着火征兆的故障，一般主要有以下原因：

1）发动机的点火系统出现故障。

2）燃油系统供给系统出现故障。

3）发动机电子控制系统出现故障。

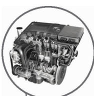
以上 3 个系统，如果某个部件损坏失效，就会出现不着车。

107. 怎么判断转速信号系统故障导致的发动机无着火征兆？

发动机转速信号系统故障。发动机转速和曲轴位置传感器在发动机工作时检测其转速信号、提供曲轴位置信号，并将其作为控制系统进行各项控制的主要依据和基础。如果传感器或其连接线路出现故障，ECU 不能接收到速度信号和曲轴位置信号，就无法正确地控制燃油喷射和点火正时，出现喷油器不动作、火花塞不跳火的现象。

108. 怎么检修点火系统故障导致的发动机无着火征兆？

非独立点火系统，从缸体上拔下高压分缸线，将一个火花塞接在高压线上并将火花塞搭铁；接通起动开关，用起动机带动发动



机转动，同时观察高压总线末端或火花塞电极处有无强烈的蓝色高压火花，如果没有高压火花或火花很弱，则说明点火系统有故障。在检查故障部位之前，可先进行发动机自诊断，检查有无故障码。

执行故障诊断仪检测曲轴位置传感器及点火器的故障。如有故障码输出，可按照显示的故障码查找到故障部位；如无故障码输出，则应分别检查点火系统中的高压线、点火线圈、火花塞等。

109. 怎么检修燃油控制系统故障导致的发动机无着火征兆？

发动机燃油泵或控制电路如果出现故障，也会造成供油系统没有系统压力。即使喷油器工作正常，燃油也不能正常喷射。

检查燃油泵，可用万用表测量端子 4 和端子 5 之间的电阻，如与规定值不符，则需更换燃油泵。如果燃油泵工作正常，则应检查其控制电路，主要包括熔断器、EFI 主继电器、燃油泵继电器、电阻器以及各配线和插接器等的工作状况。

110. 发动机有着火征兆但发动机不能起动是什么原因？

发动机有着火征兆但不能起动，表明点火系统、燃油系统和控制系统虽然工作但性能在衰减，或存在非致命性故障。

这种不能起动其原因不外乎是高压火花太弱或点火时刻不准、混合气太浓或过稀、气缸密封性下降、压缩压力太低。诊断方法是应先检查点火系统、进气系统、燃油系统和控制系统，最后检查发动机气缸的密封性。

（1）影响发动机起动性能的故障部位

曲轴位置传感器、冷却液温度传感器、空气流量传感器等。

（2）点火系统故障诊断

1）高压电火花检查。

2）火花塞检查。

3）点火正时检查。如果将点火提前角调大或调小后，试起动发动机着火，则表明原点火正时不准，应重新调整校正。

（3）燃油与进气系统检查

1）进气系统检查。该项目主要检查空气滤清器是否有堵塞、各管道连接的可靠程度、有无脱落或接错的现象。

2）进气系统密封程度检查。对于采用空气流量传感器测量进气量的汽油喷射系统，只要在空气流量传感器之后的进气管道有漏气，就会影响进气计量的准确性，从而使混合气变稀。严重的漏气会导致发动机不能起动。

111. 如何检测空气流量传感器？

空气流量传感器故障会导致发动机怠速不稳，加速不良。

1）发动机运转时，拔下空气流量传感器的插头，如果故障消失，说明此空气流量传感器信号有偏差，并没有损坏，电控单元一直按照有偏差的错误信号进行喷油控制。由于混合比失调，发动机燃烧不正常，将会出现发动机转速不稳或动力不良现象。当拔下空气流量传感器插头时，电控单元检测不到进气信号便会立即进入失效保护功能，以节气门位置传感器信号替代空气流量传感器信号，使发动机继续以替代值进行工作。拔下空气流量传感器插头，故障消失，正是说明了拔插头前信号不正确，拔插头后信号正确，因此故障消失。

2）在插头的信号端测量动态信号电压，怠速工况下，标准电压为 0.8 ~ 1.4V；加速到全负荷时，电压信号可接近 4V。如果不在该范围，可能是空气流量传感器本身损坏。个别情况也有脏污所导致，清洗即可。

3）发动机运转时，拔下空气流量传感器的插头，如果故障依旧，说明主要原因是该空气流量传感器损坏（相关线路也会导致该故障），造成发动机控制单元无法接收到空气流量传感器信号，电控单元确认空气流量传感器信号不良，进入失效保护功能，同



时将故障码存入存储器。

4）发动机运转时，拔下空气流量传感器的插头，故障现象稍有变化。说明空气流量传感器是良好的，拔下空气流量传感器插头前，电控单元根据空气流量传感器信号进行控制，喷油量准确，发动机各工况均良好；当拔下空气流量传感器插头时，发动机控制单元根据节气门位置传感器信号进行控制，喷油量有微小差异，发动机工况相对稍差。

112. 如何检测第六代热膜式空气流量传感器？

大众直喷发动机使用的是第六代热膜式空气流量传感器（HFM6），用以测量发动机的进气量，如图1-39所示。其特点是带有回流识别的微型传感元件，具有温度补偿的信号处理功能，测量精度高，传感器稳定性好。

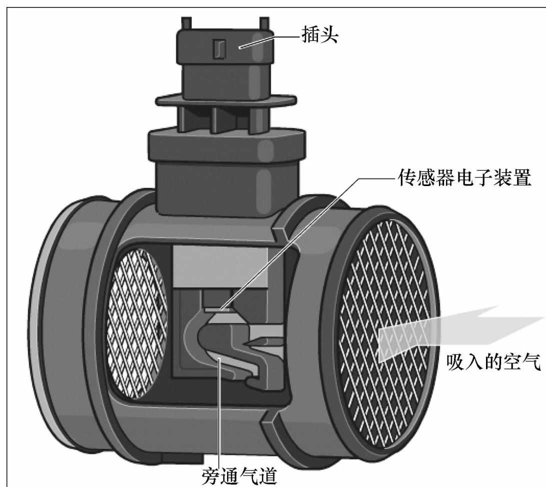


图1-39 第六代热膜式空气流量传感器

HFM6与发动机ECN的连接电路如图1-40所示，其检测如下：

（1）热膜式空气流量传感器各插头端子的说明

1）T5h/5为空气流量传感器信号线，电压在0~5V之间变化。

2）T5h/4为搭铁线，在车身线束B702中。

3）T5h/3为电源线，打开点火开关时，由点火开关15号线J527向转向柱电子装置电控单元提供电源信号，再向J519提供电源号，J519向J329提供电源使继电器吸合，并经熔丝SC22（5A）向空气流量传感器提供蓄电池电压。

4）T5h/2为进气温度传感器信号线，温度低时电压高，温度高时电压低，如在201时电压在0.5~3V之间。

5）T5h/1为电源信号线，由发动机电控单元J623提供5V参考电压。

（2）检测电源电压

1）关闭点火开关，拆下空气滤清器，再打开点火开关，即置于ON位置，不起动发动机。

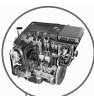
2）用万用表的电压档测量空气流量传感器插头中的T5h/3端子（正信号线）与T5h/4搭铁线端子（负信号线）之间的电压值，该电压值为蓄电池电压。

3）然后用万用表测量插头T5h/5端子与T5h/4搭铁线端子间的电压值，该电压的标准值应为5V。

（3）检测信号电压　关闭点火开关，拆下空气滤清器，再打开点火开关，即置于ON位置，不起动发动机。

用万用表的电压档测量空气流量传感器插头中的T5h/1端子（正信号线）与T5h/5端子（负信号线）之间的电压值；将“+”表笔插入空气流量传感器5号端子线束中，“-”表笔插入3号端子的线束中，然后用电吹风（冷风档）向空气流量传感器入口处吹气，观察信号电压的变化情况。如果信号电压不发生变化，则说明空气流量传感器失效，应予以更换。信号电压的标准值为2.0~4.0V。

（4）用诊断仪检测数据流　用VAS5052诊断仪检测空气流量传感器信号，其操作步骤如下：输入地址码01进入发动机测试状态，输入08读取测量数据组，输入组号02读取基本功能数据。显示区域4为进气流量，其



标准值为 2.0~4.5g/s。如果小于 2.0g/s，则说明进气系统有泄漏；如果大于 4.5g/s，则说明发动机负荷太大。偏离标准值的原因可能是空气流量传感器或其线路发生故障。如果空气流量传感器有故障，则会出现故障码 00553——空气流量传感器 G70 线路搭铁断路或短路。

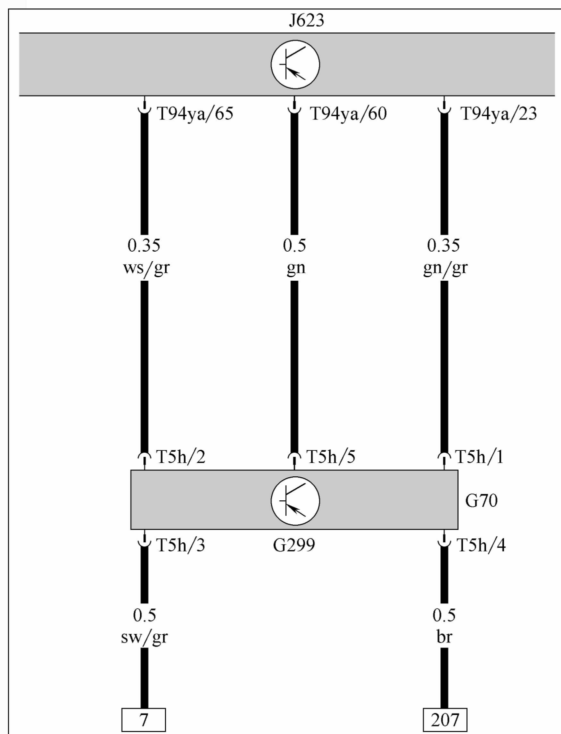


图 1-40　第六代热膜式空气流量传感器与发动机电控单元的连接电路

G70—空气流量传感器　G299—进气温度传感器

J623—发动机电控单元

113. 怎样检修凸轮轴位置传感器故障?

某桑塔纳 3000 轿车冷起动困难，加速较慢，油耗明显增加。

桑塔纳 3000 轿车凸轮轴位置传感器采用霍尔式传感器，用万用表电阻档检测霍尔式传感器的阻值，可以通过霍尔式传感器阻值具有“单向导通性”原理去判断传感器好坏。用万用表电阻档检测凸轮轴位置传感器，万用表正极连接凸轮轴位置传感器 1 号端子，负极连接凸轮轴位置传感器 3 号端子，测量阻值为 10MΩ，远高于标准值 1.4MΩ 左右。万用表正极连接凸轮轴位置传感器 3 号端子，负极连接凸轮轴位置传感器 1 号端子，测量阻值为无穷大。万用表正极连接凸轮轴位置传感器 3 号端子，负极连接凸轮轴位置传感器 2 号端子，测量阻值为 5.31MΩ，高于标准值 1.0MΩ 左右。通过测量凸轮轴位置传感器阻值，可以判断凸轮轴位置传感器损坏，更换一个新的凸轮轴位置传感器，清除故障码，起动发动机，发动机起动顺利。

凸轮轴位置传感器的功能是采集配气凸轮轴的位置信号并输入电控单元，以便电控单元识别 1 缸压缩上止点位置，从而进行顺序喷油控制、点火时刻控制和爆燃控制。凸轮轴位置信号还用于发动机起动时识别出第一次点火时刻。

114. 怎么检修凯美瑞轿车怠速抖动故障?

一辆 2010 年生产的凯美瑞轿车，怠速抖动、加速不良。检修如下：

1）火花塞和气缸压力正常。这就不用考虑火花塞、点火线圈和气缸压力上的问题。

2）执行故障诊断仪检测发动机系统数据流，发动机怠速 650r/min 时喷油脉宽为 3.4ms，偏高，传感器参数数据正常，系统处于增油状态无故障码。

3）对喷油器进一步检查。检测 4 个喷油器电阻为 15Ω，说明喷油器正常工作。

4）起动车辆后，用听诊仪试听第三缸喷油器的工作状况，听不到任何电磁线圈的工作响声，处于非工作状态。熄火将点火开关转到 ON 位置，将第三缸喷油器控制线搭铁，听到第三缸喷油器“嗒”的一声，说明喷油器动作。起动着车，用诊断仪检测喷油器控制线电压波形，第三缸电压波形为一条电源电压的直线。

这说明喷油器本身正常，第三缸不工作是发动机 ECU 对第三缸喷油器控制出现问

题。对发动机控制系统线路进行彻底检查，测量其信号线与电脑的端子，将其导通，显示正常。

初步判断为发动机控制单元损坏所导致的故障。

5）替换发动机控制单元。解码处理，起动着车，发动机第三缸喷油器开始喷油。怠速比以前稳定了，发动机运转平稳，尾气、加速均正常。执行故障诊断仪检测发动机系统数据流，怠速时，喷油器喷油脉宽降为3.0ms。

如果针对凯美瑞2.4L轿车的话，喷油器喷油脉宽降为3.0ms其实是略显高一些。

6）路试，测试发动机控制系统，在发动机故障灯不亮的情况下，仍然检测到P0504故障码，该故障码含义是制动开关A/B关联。该故障码检测条件为点火开关打开，STP、STI信号同时处于OFF状态超过0.5s。检测制动开关线路正常，如果要求怠速仍需更准确，这时只能更换制动开关。

更换制动开关后，清除发动机故障码，起动发动机。怠速时，喷油脉宽降为2.4~2.5ms，此时怠速更加平稳，加油更加顺畅。在700r/min时，喷油脉宽为2.4ms。

在喷油脉宽为2.4ms时，发动机控制系统依旧处于减油状态，说明发动机系统工作良好。

115. 怎么检修迈腾轿车起动故障？

迈腾1.8L轿车，配TSI发动机，起动困难，起动时起动机要运转很长时间才能着车。检修如下：

1）执行故障诊断仪检测，发动机电控系统所表示的故障码大多为失火故障码，且为偶发性故障。但是故障码P0016为永久性故障，该故障码解释为“曲轴位置与凸轮轴位置相关性，气缸列1传感器A”。故障码无法删除。

ECU比较曲轴和凸轮轴信号超过一定范围就会记录故障码，同时采用“回家模式”，有该故障码后发动机起动性能变差。

2）在带有可变气门正时的发动机系统中，ECU控制进气和排气气门以便产生合适的打开和关闭正时。

ECU通过执行下列操作来控制进气和排气门：

① 控制凸轮轴和凸轮轴正时机油控制阀，并使凸轮轴正时齿轮运行。

② 改变凸轮轴和曲轴之间的相对位置。故障码的检测条件是曲轴和凸轮轴位置传感器信号有偏差，故障部位为机械系统（正时链条跳齿或链条变形）和ECU。

3）试断开凸轮轴和曲轴位置传感器可产生相应的故障码，证明ECU对传感器的检测和执行器控制没有问题。遂重点检查该故障码相关联的部件，即正时部分。

4）拆下正时链上部盖板，转动曲轴找到链条上的正时记号，凸轮轴记号中间链节为9个，接着转动曲轴到上止点，两凸轮轴记号点间的链节为10个，确定正时链条出故障。拆下下部盖板，发现正时张紧器活塞已经到了最大行程，但链条还未压紧。拆下张紧器和正时链条，分解张紧器，发现内部齿轮已经损坏，对比新旧链条，旧链条已经变形。

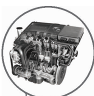
5）更换损坏的零件，重新按正确的正时安装，清除故障码后试车，该车起动迅速，发动机工作平稳。故障排除。

116. 怎么检修别克新君越轿车挂档熄火故障？

2011款新君越轿车，装配LAF发动机和MH8 6速自动变速器，挂档熄火。不开空调时，挂上D位或R位行车很快就会熄火，开空调时原地一转向也熄火。检修如下：

1）执行故障诊断仪检测，有凸轮轴位置的故障码。设置故障码的条件是，发动机控制模块检测到期望的凸轮轴位置角度和实际的凸轮轴位置角度之间的差异大于5°。

对于LAF发动机，发动机运行时凸轮轴



位置执行器系统启用发动机控制模块（ECM）以改变凸轮轴正时。来自发动机控制模块的凸轮轴位置执行器电磁阀信号是经过脉宽调制（PWM）的信号。发动机控制模块通过控制电磁阀的通电时间，以控制凸轮轴位置执行器电磁阀的占空比。凸轮轴位置执行器电磁阀控制调节机油流量以控制凸轮轴的提前或延迟。

2）首先更换了进排气两个电磁阀，清除故障码试车，但故障依旧。对ECM进行维修编程，也不能解决问题。按照维修手册诊断步骤提示，检查机油液位正常，测量机油压力，机油压力为450kPa，也在正常范围内（标准值为1000r/min时，压力为344～551kPa）。查看电磁阀插头到ECM之间的线路也正常，无断裂和接触不良现象，插头无松动腐蚀。

3）起动车辆，在进气电磁阀插头处测量由ECM发出的控制信号，电压竟然是0。用GDS 2指令进气凸轮轴位置执行器在0°～20°范围内变化，但无论怎么操作，进气凸轮轴位置执行器参数始终都为0，找同款车上的电脑进行互换，挂档依然熄火。

4）拆掉进排气凸轮轴进行检查，当拆掉进气凸轮轴执行器时，发现有杂物吸附在上面。对两个凸轮轴进行清洗后，重新装配。路试，一切正常。

发动机运行时，ECU以脉宽调制（PWM）信号改变凸轮轴正时，当凸轮轴位置执行器系统里面有异物堵塞或发卡时，ECM不能通过控制电磁阀的通断时间，来控制进气凸轮轴的提前或延迟。

117. 怎么判断炭罐电磁阀损坏导致的故障？

2005款1.8T帕萨特B5轿车，发动机在怠速状态有时抖动。

检查分析：执行故障诊断仪检测，有故障码——16524，即氧传感器电路，气缸列1传感器2未检测到任何活动（间歇式）。但该故障不会使发动机怠速抖动，造成发动机抖动的原因可能是其他故障。

清除故障码再查看发动机的数据是否正常，发现发动机的转速在710～750r/min之间抖动，喷油脉宽在2.5～4.0ms之间变化，空气流量在2.6～4.9g/s之间变化，节气门开度也变化频繁。

关闭点火开关10min后，重新起动发动机，起动发动机后发现怠速转速偏高，再次查看发动机的数据，发现短期燃油修正为25.5%；空气流量为2.2g/s；节气门开度为0。这样的数据表明在节气门之后的进气歧管存在轻微漏气现象，有少量的空气泄漏到进气歧管内使混合气过稀，而氧传感器检测到废气中的氧含量过多，混合气过稀，并将混合气过稀的信号反映给发动机控制单元，发动机控制单元会采取短期燃油修正来增加喷油脉宽，使混合气达到理论空燃比。泄漏的空气量加上短期燃油修正增加的喷油量，就造成了发动机转速超过怠速时的规定转速，控制单元检测到转速超过怠速时的转速时，就采取关闭节气门的方法来减少进气量，尽量使发动机转速达到怠速时的转速；当节气门开度被关到最小时，发动机转速才能达到怠速时的转速。

检查漏气点，经检查连接进气歧管的管路及单向阀都没有漏气现象。再次查看发动机的数据，发现节气门开度由之前的0增加到0.8%，短期燃油修正也有所下降，这个数据客观讲比较正常。

活性炭罐电磁阀是间歇性工作，拔下活性炭罐电磁阀连接炭罐的软管，等待电磁阀工作的时候，用手堵住电磁阀的一部分，能感觉到电磁阀一直在吸气，正常应该间隙吸气，这说明电磁阀损坏。

118. 怎么排除排气管“放炮”故障？

帕萨特领驭轿车，配2.0发动机，汽车行驶中排气管“放炮”，加速无力。检修如下：



1）起动发动机踩下加速踏板，发动机转速能随着加速踏板的位置上升，排气管没有出现“放炮”，说明故障是间歇性的。

2）接下来使用车辆诊断仪 VAS505113 检查发动机控制单元内的故障码，发现存在9个故障码。

故障码 16842 的含义：燃油蒸发排放系统净化控制阀电路电压低（间歇式）。

故障码 16420 的含义：氧传感器加热器控制电路，气缸列1，传感器2（间歇式）。

故障码 17843 的含义：二次空气喷射泵继电器 J299 对地短路（间歇式）。

故障码 H045 的含义：进气歧管调整控制电路低，气缸列1（间歇式）。

故障码 16486 的含义：质量或容积空气流量电路低电平输入（间歇式）。

故障码 16585 的含义：1 缸喷射器电路（间歇式）。

故障码 16586 的含义：2 缸喷射器电路（间歇式）。

故障码 19711 的含义：气缸列1，催化转化器之前的氧传感器，加热器电路上挡块处的调节（静态）。

故障码 16414 的含义：氧传感器加热器控制电路，气缸列1，传感器1（间歇式）。

3）电磁阀 N80、16420 中的氧传感器 2 G108、17843 中的继电器 J299、17045 中的进气歧管控制阀 N156、16486 中的空气流量传感器 G70 及 16414 中的氧传感器 1 G39 的供电是由燃油泵继电器 J17 经熔丝 S234（34号）提供。如果继电器 J17 及熔丝 S234 或相关的线束出现故障，在发动机控制单元内会出现以上故障码，不会出现关于喷射器的故障码。

4）拔掉熔丝 S234 起动发动机，发动机可以起动，关闭发动机再打开点火开关，检查故障码，没有出现关于喷射器的故障码。

5）检查重点还是放在继电器 J17 及相关的线束上，拔下继电器 J17 将继电器外壳取下，没有发现继电器的触点有烧蚀现象，再将继电器装回起动发动机，发动机出现怠速不稳现象，踩下加速踏板，发动机加速不畅而且有“突突”声。检查发动机控制单元中的故障码，发现存在与继电器 J17 相关的故障码，这表明故障是继电器 J17 导致的。更换燃油泵继电器 J17 起动发动机，故障排除。

119. 怎么排除加速踏板导致的故障？

帕萨特领驭轿车，行车 EPC 灯报警，而且加速无力。检修如下：

1）执行故障诊断仪检测，发现有两个故障码。故障码 18047，节气门/踏板位置传感器不可靠信号（静态）；故障码 18042，加速踏板位置传感器 2—G185 信号太高（静态）。

2）通过读取故障码及含义，初步分析造成该故障的原因可能是加速踏板传感器 G185 损坏。通过读取控制单元的故障码得知传感器 G185 有故障，查看传感器 G185 的数值发现偏大，缓慢踩下加速踏板发现数值始终偏大，这说明 G185 确实不正常。更换加速踏板故障排除。

120. 怎么检修节气门损坏导致的故障？

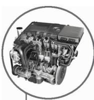
帕萨特领驭轿车发动机怠速运转不稳。行车中组合仪表上的 EPC 灯亮起，而且发动机还出现怠速不稳现象。检修如下：

1）检查过燃油压力，怠速时的燃油压力为 4×10^5Pa（4ban）；检查过进气软管，无漏气现象。

2）执行故障诊断仪检测，发现存在一个故障码 17705，增压器——节气门连接压力下降（静态）。

3）首先考虑可能是增压空气软管脱落，漏气。经检查增压器软管连接正常，没有出现脱开或磨破的现象。

观察数据流发现空气流量传感器的数据与节气门的数据不匹配，怠速不稳时的节气门开度为 2.0% ~4.3%，而当时的空气流量



为8.3g/s，故障码17705的含义是增压器——节气门连接压力下降。

如果空气流量传感器检测到的进气量增大，而增压压力传感器检测到的压力没有随着进气量增加，控制单元就认为压力下降，存储了故障码17705。

造成这种故障的原因可能是节气门损坏，使过多的增压空气进入到进气歧管。将节气门上的进气软管拆下后，用手推节气门，发现间隙过大。节气门内部因进机油而损坏。

4）更换节气门重新匹配，起动发动机后怠速运转平稳。

121. 怎么检查机油灯报警？

1）先读取发动机电子设备的故障码及含义，根据故障码排除传感元件故障。

2）拔出机油尺检查机油液面，如果机油液面未达到规定，应添加机油再检查，必要时更换机油。

3）如果机油液面正常，应拆下棕色机油压力开关检查机油压力，如机油压力在正常范围内，应检查棕色机油压力开关及相关线束。

4）如机油压力没有达到规定值（过低），应拆下油底壳检查机油泵吸管滤网是否堵塞及机油泵限压阀是否泄压。

122. 怎么检修和排除帕萨特轿车机油灯报警？

帕萨特轿车，装配1.8TSI发动机，行驶中机油灯报警。加油门后，再怠速状态运转，发现组合仪表上的机油灯亮起。检修如下：

1）执行故障诊断仪检测，发现存在一个故障码——05709，用于降低机油压力的机油压力开关故障（静态）。初步分析造成该故障的原因可能是机油压力不足、机油压力开关损坏、开关连接发动机控制单元的线束存在断路等。

2）检查机油压力，拆下棕色开关并连接机油压力表，起动发动机，然后踩下加速踏板将转速提高到约2000r/min并保持住，观察表上指示的压力为2.2bar，维修手册中的技术参数为1.6～2.1bar，认为在规定范围内。再将发动机转速提高到约3700r/min，观察表上的机油压力为3.2bar，维修手册中的规定值为：3.0～4.0bar，也在规定范围内。这样就基本可以排除由于机油压力不足造成的机油灯报警。

① 检查棕色开关是否正常。拆下棕色开关连接压力表，将开关装到压力表上，使用专用连接线，将开关的针脚与试灯的一端连接，试灯的另一端与蓄电池正极连接。连接完成后试灯不应亮起，如果试灯亮起则更换开关；起动发动机后压力在0.55～0.85bar时试灯应亮起，如果不亮，更换开关。连接后试灯没有亮起，起动发动机后缓慢踩下加速踏板，约0.6bar时试灯亮起，这说明棕色开关正常。

② 检查蓝色开关是否正常。拆下蓝色开关连接压力表，将开关装到压力表上，使用专用连接线，将开关的针脚与试灯的一端连接，试灯的另一端与蓄电池正极连接。连接完成后试灯不应亮起，如果试灯亮起则更换开关；起动发动机后压力在2.15～2.95bar时试灯应亮起，如果不亮，更换开关。连接后试灯没有亮起，起动发动机后缓慢踩下加速踏板，约2.9bar时试灯亮起，说明蓝色开关正常。

3）检查机油压力相关线路。发动机熄火，接通点火开关，清除发动机控制单元的故障码。

拔掉棕色开关插头，起动发动机怠速运转，发现组合仪表上的机油灯亮起，检查发现存在同样故障码05709；将棕色开关插头插回并清除故障码，然后拔掉蓝色开关插头将发动机转速提高到约3000r/min，发现组合仪表上的EPC灯亮起，检查故障发现存在故障码05707，机油压力开关故障。



将棕色开关插头拔下，经过检测机油压力开关得知，发动机运转时用于检测的试灯亮起，这说明机油压力开关与搭铁导通；发动机熄火后机油压力开关不亮，这说明机油压力开关与搭铁断开。接通点火开关后，拔下棕色开关的插头测量该插头内的插脚对搭铁的电压，测量电压约为蓄电池电压。起动发动机后仍然约为蓄电池电压，该插头的线束是连接发动机控制单元 T60a/18 号针脚，这说明接通点火开关后发动机控制单元输出约 12V 电压。

发动机起动后并建立机油压力，机油压力开关内部导通并搭铁，接地后棕色开关连接的线束的电压为 0V，控制单元认为机油压力正常。起动发动机后拔下棕色开关的插头并将插头的插脚与蓄电池负极连接，经过长时间运转发动机，机油灯没有亮起，这说明线束及控制单元不存在故障。

将插头装回棕色开关，发动机运转后测量棕色开关连接的线束对地的电压，当机油灯亮起时，约为蓄电池电压，踩下加速踏板提高发动机转速，电压 0V，此时机油灯没有亮起。

4）当发动机转速升高时，机油灯不亮，故障原因还是机油压力低。

5）检查相同车辆发动机的机油压力，怠速时约为 1.81bar，再次测量存在故障车辆发动机的机油压力，怠速测量结果为 0.5bar，这说明机油压力过低。

6）拆下机油泵后用手堵住机油泵出油口，转动机油泵链轮，发现限压阀处漏油，这说明机油泵泄压。更换机油泵。

123. 怎么检修和排除喷油器泄漏导致的发动机缺缸？

2008 款迈腾轿车，发动机起动后怠速运转时发动机发抖，能够明显感觉到发动机缺缸。检修如下：

1）执行故障诊断仪检测：检测发动机控制单元存储“00772，检测到偶然/多次气缸不发火，为永久故障”。

2）通过数据流检测失火次数达到 160 次，而且还在不断增加，说明发动机控制单元检测到了发动机缺缸，经核实为 1 缸失火。

3）检查 1 缸气压压力正常，与 2 缸对调火花塞、点火线圈，依然显示 1 缸断火，由此判断故障点是 1 缸喷油器泄漏。

4）更换 1 缸喷油器，故障排除。

造成 1 缸失火的原因主要是火花塞、点火线圈、喷油器、发动机控制单元及线路、气缸压力等故障。读取 032 数据组发现第 2 区为 -8.2%，说明混合气偏浓，系统做偏移调整。拆下 4 缸火花塞看到电极是黑颜色的，证明发动机混合气过浓。

发动机转速过高是由于发动机喷油量过多引起的。检查 1 缸火花塞发现其被汽油浸湿，并有积炭，说明问题出在 1 缸，对该缸进行执行元件诊断无动作。根据无 1 缸喷油器故障记忆，以及测量 1 缸喷油器波形，可以判断喷油器线路及发动机控制单元正常。

124. 怎么检修和排除喷油器积炭导致的发动机加速不力？

2008 款迈腾轿车，喷油器积炭导致发动机加速无力。检修如下：

1）检测发动机控制单元，存储故障码“00369，气缸列 1 系统过稀”；“08213，进气歧管风门位置传感器范围/性能”。这两个皆为偶发故障。

2）读取数据流喷油脉宽 1.28ms，较正常值 1.02ms 偏大。数据流 32 组显示负荷状态 22.7%。

3）喷油压力正常，数据流说明发生该故障的可能原因是，燃油油质不良、喷油器堵塞。

4）检查该车故障为喷油器堵塞和积炭，清洗后故障排除。

喷油器是电控燃油喷射系统中一个重要的执行元件，在 ECU 的控制下，将汽油呈雾

状喷入进气歧管内或气缸内。喷油器内部有一个电磁线圈，经线束与电脑连接。喷油器头部的针阀与衔铁连接为一体。当电磁线圈通电时，便产生吸力，将衔铁和针阀吸起，打开喷孔，燃油经针阀头部的轴针与喷孔之间的环形间隙高速喷出，并被粉碎成雾状。电磁线圈不通电时，磁力消失，弹簧将衔铁和针阀下压，关闭喷孔，停止喷油。一般喷油器针阀升程约为 0.1mm，喷油时间持续在 2～10ms 范围内。喷油器堵塞和积炭都会大大地影响喷油器性能。

125. 怎么检修和排除汽油滤清器堵塞导致的加速无力？

某捷达轿车，打开空调后加速无力，偶尔伴有“放炮”现象。检修如下：

1）检测发动机控制单元存储故障码“气缸列 1 混合气稀，偶发”。实测空调快怠速提升性能正常，不打开空调，17.6%，喷油时间 3.0ms，进气压力 36kPa，节气门开度 3.1%。

2）打开空调，负荷 26.2%，喷油时间 4.1ms，进气压力 438～459kPa，节气门开度 5.4%。结合混合气稀的故障码，实测怠速燃油压力为 220kPa，稍低于正常值。

3）根据检测数据，怀疑是汽油泵、汽油滤清器或压力调节器的故障。因为燃油滤清器很长时间没换，所以首先是更换燃油滤清器。

4）更换汽油滤清器，这时车辆开空调行驶正常。故障排除。

开空调发动机负荷较大，尤其是在炎热的夏天里，燃油蒸气相对增加，燃油系统内部燃油压力相对减小，燃油滤清器堵塞后供油极其不足。

126. 怎么检修和排除压力调节器堵塞导致的尾气冒黑烟？

某捷达轿车，燃油消耗增加，汽车急剧加速时尾气冒黑烟。检修如下：

1）执行故障诊断仪检测。检测存储故障码“16556，（燃油系统太浓）”，读取 01 组 3 区 λ 调节值，在 −28.1%～0 之间变化不定，正常范围是 −10%～+10%，负超差说明混合气过浓。

2）连接燃油压力表 V. AG1318，测量怠速喷油压力为 400kPa，拆下燃油压力调节器，看到进油口滤网被厚厚一层油泥堵塞。

该车辆在很长一段时间内使用了乙醇汽油，此后便出现该故障，其原因是乙醇分离了附在油箱、管路中的杂质，并使其流动，致使滤网堵塞。

3）更换燃油压力调节器，测量怠速喷油压力为 250kPa，故障排除。

捷达轿车的压力调节器装在燃油分配管的出口处。调节燃油压力，根据进气歧管压力的变化来调节进入喷油器的喷油压力，使输油管内燃油压力与进气管内气体压力的差值保持恒定。

捷达轿车压力调节器进油滤网极细，灰尘到达滤网将其堵塞，喷油压力增高。同样脉宽会使喷油量增加，ECU 努力将 λ 朝混合气稀的方向调整，但调到极限仍改变不了混合气过浓的状况，轻则导致尾气排放超标，重则导致排气管冒黑烟，燃油消耗增加，发动机热车时易熄火。

127. 进气系统有问题会导致哪些故障？

当发动机出现动力不足、加速不良等故障时，很可能是进气系统的某个部件损坏所导致的。例如，节气门故障、进气道积炭、真空管路破裂、空气流量传感器故障。

这些情况需要及时维修或者更换相关部件，需要遵照规范的程序执行拆解，进行各种参数的检查和测量，对于不能维修的，只能更换。

128. 节气门有问题会导致哪些故障？

（1）节气门故障影响

1）发动机怠速不稳定，高怠速持续不



降，发动机起动困难。尤其是冷起动困难。

2）发动机怠速不稳定或无怠速。

3）发动机起动困难。

4）发动机动力不足，加速性能差，运转不稳定。

（2）排除方式

1）故障诊断仪执行节气门检查，观察数据流，节气门开度较大时必须进行清洗。在无永久性故障码时一般无需更换。

2）更换节气门，如果检测确定节气门故障是永久性的，必须更换，节气门一般不可拆卸维修，应更换总成。

129. 怎么检查和排除离合器踏板开关导致的故障？

某宝来轿车，行驶中EPC灯报警，并且加速无力。检修如下：

1）执行故障诊断仪检测，发现故障码16955——制动灯开关（A）电路故障。

2）更换制动组合开关无效，证明制动组合开关正常。

3）执行故障诊断仪检测，查询01-08-066数据组，从后向前，第1组为制动灯开关信号，第2组为制动踏板信号，第3组为离合器踏板开关信号。

故障车在踩下制动踏板时为111，抬起制动踏板时为110。

正常数据在踩下制动踏板时为111，抬起制动踏板时为000。

由于数据不正确，制动组合开关又正常，从而断定故障点应在给制动组合开关供电的线路上。

4）更换给离合器踏板开关F36和制动踏板开关F47供电的S5熔丝，故障排除。

从测量值和正常值的比较来看：由于S5熔丝给离合器踏板开关F36和制动踏板开关F47供电，所以当S5熔丝烧断时，发动机控制单元接收不到两开关的信号，从而使得测量值在抬起时为110，由于发动机转矩控制出现匹配超差，从而使得EPC灯报警。

130. 机油尺未插到位会导致什么特殊故障？

某迈腾轿车，行驶中发动机排放警告灯报警。检修如下：

1）执行故障诊断仪检测，清除故障码，行驶一段时间后故障再现。

2）存储故障码“08583，气缸列1怠速下系统过稀”，读取03数据组第2区空气流量1.8g/s，对比其他车辆怠速不开空调的空气流量为3.0g/s，属于偏低。

3）检查进气系统漏气情况，经检查发现机油尺未完全插入，将其插入后再读取03数据组第2区空气流量3.0g/s，恢复正常值。

4）完全插入机油尺，清除故障码，故障排除。

将机油尺拔出一些时，空气由机油尺管进入曲轴箱，经PCV进入进气管，混合气变稀，所以控制单元存储“08583，气缸列1怠速下系统过稀”故障码，如果将机油尺完全拔出发动机甚至会抖动。

PCV系统要想正常工作要求发动机必须密封性好。曲轴箱强制通风（PCV）阀通过进气歧管真空度的变化来按比例地控制进入进气歧管的泄漏气量。

131. 怎么判断氧传感器故障？

氧传感器是提供混合气浓度信息，修正喷油量，实现对空燃比的闭环控制，保证发动机实际的空燃比接近理论空燃比的主要元件。

要准确地保持混合气浓度为理论空燃比是不可能的。实际上的反馈控制只能使混合气在理论空燃比附近一个狭小的范围内波动，所以氧传感器的输出电压在0.1～0.9V之间不断变化（通常每10s内变化8次以上）。如果氧传感器输出电压变化过缓（每10s少于8次，或者更少）或电压保持不变（不论保持在高电位或低电位），则表明氧传感器有故障，需检修。



132. 排放控制的主要监控对象是什么？

（1）监控对象　车载诊断系统OBD对排放及相关的项目进行监控。车载ECM/PCM随时监视与排放相关部件的状态，检测导致排放恶化的部件及系统的故障和劣化情况。当检测到异常时，ECM/PCM将点亮MIL，或使其闪烁，向驾驶人报警。

（2）主要监控项目　在OBD法规中，要求通过监视下述项目来检测排放气体恶化状况。

1）发动机失火。

2）燃油供给系统。

3）三元催化器。

4）蒸发排放系统。

5）前氧传感器。

6）后氧传感器。

7）EGR系统。

8）其他对排放气体的恶化及检测的执行有影响的一般部件。

133. OBD有哪几种形式？

OBD主要有4种形式：

1）OBD-Ⅰ（未适用OBD限制的地区）。

2）OBD-Ⅱ（美国、加拿大）。OBD-Ⅱ是由美国加利福尼亚州颁布的，现在，已经用于美国全国和加拿大，限制非常严格。除了尾气排放限制外，还需限制蒸发排放。

3）E-OBD（欧洲）。E-OBD被全世界所广泛采用，检测尾气排放性能的劣化。

4）J-OBD（日本）。J-OBD是在OBD-Ⅰ基础上加入了失火和燃油系统监测等。

134. 什么是过量空气系数调节系统？

发动机废气含有的有害气体可以通过空气系数调节的化学转化过程调节，过量空气系数调节系统由以下部分组成：

1）汽油喷射系统。

2）废气催化转化器。

3）氧传感器。

4）集成在发动机控制单元内的过量空气系数调节器。

过量空气系数调节系统如图1-41所示。

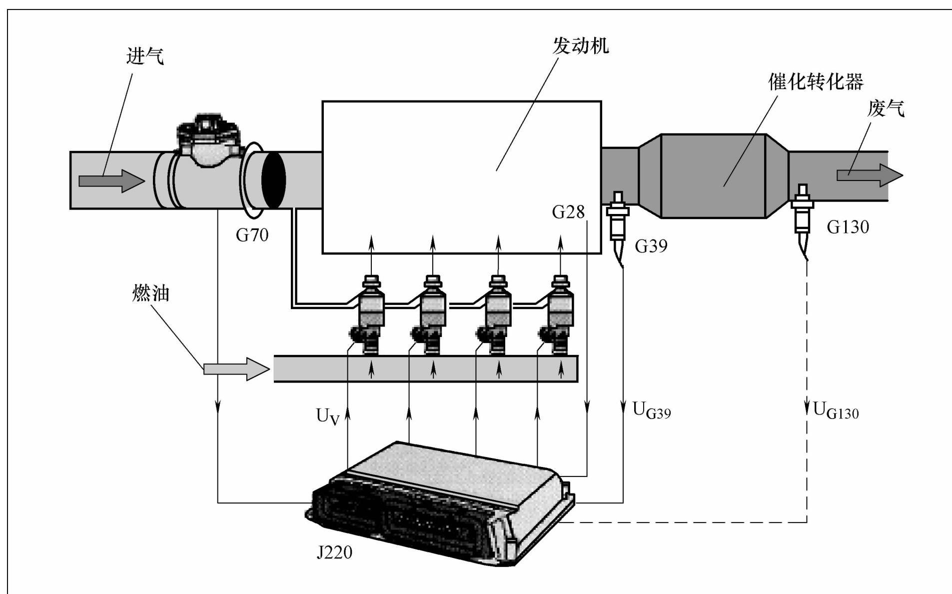


图1-41　过量空气系数调节系统

G28—发动机转速传感器　G39—催化转化器的氧传感器　G70—空气质量流量传感器　U_{G39}—催化转化器前氧传感器电压　U_{G130}—催化器后传感器电压　U_V—喷射阀控制电压



135. 怎么检查和排除燃油消耗大故障?

某宝来 1.6L 轿车,燃油消耗比一般车大很多。检修如下:

1)检测发动机控制单元存储故障码"16518,氧传感器不工作",读取数据块中氧传感器信号电压,怠速时变化太慢。

2)使用尾气分析仪测量怠速尾气:HC 为 $248 \times 10^{-6}\%$,CO 为 2.8%;测量高怠速尾气:HC 为 $150 \times 10^{-6}\%$,CO 为 0.58%,测量表明 CO、HC 都高于正常值。

3)读取数据块:喷油脉宽为 2.4~2.7ms,吸入空气量 2.4~2.7g/s,冷却液温度和进气温度正常。测量氧传感器信号线、加热线正常,测量加热电压也正常。

4)当拆下氧传感器时发现,传感器半边为棕色,半边为黑色,判断氧传感器中毒。

更换氧传感器,起动发动机,此前的故障码排除,测量怠速尾气:CO 为 0.1%,HC 为 $9 \times 10^{-6}\%$,CO_2 为 14.8%,O_2 为 0.02%,各项数据均合格。跟踪记录,燃油消耗正常。

由检测结果推断该车产生故障的原因是劣质汽油导致氧传感器损坏。

含有杂质的劣质汽油不能充分燃烧,直接造成排气不畅,尾气不达标,发动机工作不稳定,加速无力,油耗升高。如果加油后出现加速挫车,急加速回火,爆燃等现象,有时候发动机故障灯会点亮,就应考虑可能是伪劣汽油的问题。

136. 怎么检查和排除发动机怠速不稳?

某宝来 1.8L 轿车,发动机怠速不稳,行驶加速无力。检修如下:

1)检测发动机控制单元存储一个故障码"16514,λ 传感器 1 电路有故障"。

2)清除故障码,当时发动机怠速不抖动了。在试车过程中抖动现象重新出现,检测发动机控制单元故障码"16514"又出现。

3)读取数据块 033 显示组,第 1 显示区催化器前 λ 传感器,显示为 0%(规定值为 -10.0~10.0)。第 2 显示区催化器前氧传感器电压,显示为 0.20V(规定值为1.0~2.0V)。1 区在 0% 不动,说明氧调节已从调节转为关闭,λ 调节有故障,2 区显示值如在 1.5V 以下表示混合气过浓。

通过读取数据流,可以判断前氧传感器不工作。

4)更换前氧传感器,发动机怠速平稳,读取 033 组的数据正常。经试车发现加速动力充足,故障码消除。

前氧传感器 G39 损坏,氧传感器的损坏多数与汽油质量有关,氧传感器损坏后,发动机控制单元以氧传感器传送的最后信号控制喷油,此时氧传感器信号是一定值,λ 调节失常,控制单元无法得知当前情况下空燃比是否正常,导致空燃比不合适,从而影响发动机的运转。

137. 怎么检查和排除涡轮增压器漏气导致的提速慢?

某宝来轿车,汽车加速时提速慢,发动机动力不足。检修如下:

1)排除电控系统其他导致该故障的元件问题,经检查燃油系统压力符合标准。

2)3 档以发动机转速 2000r/min 全负荷加速,进入 01-08-115 读取 4 区在 960~990mbar 之间,压力不在参数范围。

3)检查涡轮增压器,发现压气端在热车时比较容易发现的损坏裂缝,可以直观地发现涡轮增压器漏气故障。

4)更换涡轮增压器,故障排除。

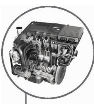
影响急加速车速提升速度的有关部件:

1)进气系统,涡轮增压器、可变进气相位装置等。

2)排气系统(三元催化转化器)。

3)燃油系统,燃油泵、燃油压力调节器。

4)电控系统中的空气流量传感器、节气门电位计、氧传感器等。



138. 怎么检查和排除 EGR 阀故障导致的发动机加速慢？

某宝来 1.8T 轿车，汽车行驶过程中踩下加速踏板加速缓慢，且发动机无力。检修如下：

1）执行故障诊断仪检测：发动机控制单元，存储一个故障码“17608，涡轮增压器空气再循环阀 N249 机械故障”，清除故障码后试车，当发动机转速为 3000r/min 时，故障码“17608”重现，测量空气再循环阀 N249 电阻值符合规定，再测量再循环阀的线路也正常。

2）发动机控制单元存储该故障码，应与检测到的涡轮增压系统的增压压力不正常有关。检查与 N249 的真空管相连接的再循环机械阀，发现汽车急加速超过 3000r/min 时该机械阀有明显的“嘶、嘶”漏气声音，这是漏气的再循环机械阀通入气压而发出的气流声音。拆下再循环机械阀，用口对准阀的进气口吹气，能比较明显地感觉到漏气。

3）更换再循环机械阀，路试，提速正常，再次检测发动机，故障码消除，数据流正常。

废气再循环机械阀为真空膜片式 EGR 阀，由进气歧管真空度控制，真空膜片 EGR 阀由膜片、弹簧、推杆、锥形阀等组成，膜片上方是密闭的膜片室，进气歧管的真空与膜片室的真空入口相连，膜片推杆下部安装有锥形阀，没有真空作用到膜片室时，膜片上方的弹簧向下压迫膜片，这时锥形阀位于阀座上，EGR 阀关闭。

当发动机起动后，进气歧管的真空作用到 EGR 阀上方的密闭膜片室，膜片推杆将克服弹簧的压力向上运动，带动锥形阀向上提起，EGR 阀关闭，这时废气就可以从排气管进入进气歧管。

139. 点火提前角对发动机性能有什么影响？

1）点火提前角是从火花塞发出电火花，到该缸活塞运行至压缩上止点时曲轴转过的角度。

2）当汽油机保持节气门开度、转速以及混合气浓度一定时，汽油机功率和耗油率随点火提前角的改变而变化。对应于发动机每一工况都存在一个最佳点火提前角。

3）适当调节点火提前角，可使发动机每循环所做的机械功最多。

4）点火提前角过大，易爆燃。

5）点火提前角过小，排气温度升高，功率降低。

140. 哪些因素会影响点火提前角？

1）发动机转速。转速升高，点火提前角增大。采用电控点火系统，更接近理想的点火提前角。

2）发动机负荷。发动机负荷低时，节气门开度小，气缸内残余废气相对新鲜混合气比例增加，混合气燃烧速度降低。因此，当低负荷时，最佳点火提前角要增大，反之，最佳点火提前角要减小。

3）燃油品质。汽油辛烷值越高，抗爆性越好，点火提前角可增大。

4）其他因素。燃烧室形状、燃烧室内温度、空燃比、大气压力、废气再循环、冷却水温度等。

141. 怎样判断火花塞烧蚀？

火花塞顶端有疤痕或是破坏、电极出现熔化、烧蚀现象时，都表明火花塞已经毁坏，此时就应该更换火花塞。

（1）电极熔化且绝缘体呈白色　这种现象表明燃烧室内温度过高。这可能是燃烧室内积炭过多，从而导致气门间隙过小，进一步引发排气门过热或是冷却装置工作不良造成的。

（2）电极变圆且绝缘体结有疤痕　这种情况表明发动机早燃，可能是点火时间过早或者汽油辛烷值过低，火花塞热值过高等造成的。



（3）绝缘体顶端碎裂　一般来说，爆燃是绝缘体破裂的主要原因。而点火时间过早、汽油辛烷值低、燃烧室内温度过高，都可能导致发动机爆燃。

（4）绝缘体顶端有灰黑色条纹　这种情况的出现表明火花塞已经漏气，必须更换。

142. 火花塞产生积炭的原因是什么？

（1）火花塞上有油性沉积物　当火花塞上出现油性沉积物时，就表明润滑油已进入燃烧室内。如果只是个别火花塞上有油性沉积物，则可能是气门杆油封损坏造成的。但如果是各个缸体的火花塞都粘有这种沉积物，则表明气缸出现蹿油气。

（2）火花塞上有黑色积炭　火花塞电极和内部有黑色沉积物，这种一般是积炭，一般是气缸内混合气体过浓所致。

火花塞绝缘体的顶端和电极间的积炭严重时可能造成发动机内部机械损坏。事实上，火花塞出现沉积物或者积炭只是一种直观的表面现象，这有可能是发动机相关电气或机械部件故障的信号。应及时维修。

143. 转速传感器会发生哪些故障？

发动机控制单元可以从电压变化频率来计算出发动机的转速。脉冲盘是一个齿盘，磁力环上的小齿以6°间隔排列，共有58个小齿，留下一个2齿的间隙。脉冲盘装在曲轴上，随曲轴旋转。当齿尖紧挨着传感器的端部经过时，铁磁材料制成的脉冲盘切割传感器中永久磁铁的磁力线，在线圈中产生感应电压，作为转速信号输出。

当发动机起动时，为了点火，需要正确识别1缸压缩行程上止点位置，控制单元要将发动机转速传感器信号与安装在凸轮轴上的霍尔传感器信号进行对比。如果发动机的控制单元没有接收到转速信号，那么将停止正常工作。

（1）CKP传感器或磁力环可能会由于下列情况出现故障，或提供不正确的信号

1）CKP传感器气隙不符合规格。

2）CKP传感器被灰尘污染。

3）CKP传感器霍尔效应半导体损坏。

4）CKP传感器磁场太弱。

5）CKP传感器线束断路。

6）CKP传感器线束短路。

7）CKP传感器线束电阻高。

8）磁力环被灰尘污染。

9）由于飞轮或驱动盘失圆导致CKP传感器信号失真。

10）由于曲柄径向移动，CKP传感器信号变化。

（2）判断ECU是否接收到CKP传感器信号在排除其他故障的情况下，发动机起动过程中检查燃油泵运行，如果在起动过程中，当点火开启但未运转时，油泵供油，则表示ECM未接收到CKP传感器信号。

144. 爆燃传感器发生故障对发动机有什么影响？

爆燃传感器是一种振动加速度传感器，产生一个与发动机机械振动相对应的输出电压。该传感器安装在发动机缸体感应较灵敏部位。

爆燃传感器如果发生故障，爆燃发生前无法提供爆燃信号，ECM/ECU接收不到信号“峰值”不能减少点火提前角，从而发生爆燃。

如果发动机产生爆燃，ECM/ECU会接收到这个信号，滤去非爆燃信号并进行计算，通过凸轮轴与曲轴位置传感器信号判断发动机在工作循环中所处的位置，ECM/ECU据此计算出几缸发生爆燃，将会推迟此缸的点火提前角直到爆燃现象消失。然后再次提前点火提前角直到使点火角处于当时工况下的最佳位置。

145. 怎么检查和排除点火线圈故障？

某宝来1.8T轿车，怠速不稳，开空调时发动机抖动严重。



1）用故障诊断仪 VAS5051 执行检测，发现发动机控制单元存储故障码“1 缸、3 缸燃烧中断”，发动机怠速时读取数据流，1 缸断火次数达到 70 次之多，3 缸没有燃烧中断现象。同时观察怠速转速和负荷均较大，且点火提前角波动较大。试车时发现若在低车速时挂高档加速，1 缸的断火次数有 100 多次，此现象说明 1 缸点火线圈的确有问题。

2）更换 1 缸点火线圈，执行故障诊断仪检测，发动机正常，故障排除。

因为 1 缸点火组件存在故障，致使火花能量下降或失火，引起发动机各气缸工作不平衡，导致发动机怠速不稳。控制单元检测出缺缸，认为混合气过稀，进行加浓调整，当呈现混合气过浓状态时，又进行调整。打开空调后，控制单元为实现空调快怠速，进行节气门开度、点火提前角、喷油量的调整，当出现空气流量波动时，又介入调节，进而出现了更换不稳定的状态。

146. 怎么检查和排除火花塞导致的游车故障？

某宝来轿车，起动后发动机运转平稳，数分钟后，发动机开始怠速不稳，发动机转速在 500～960r/min 之间游动。

1）执行故障诊断仪检测，发现发动机控制单元存储“氧传感器及曲轴箱通风阀故障”故障码，观察前 λ 调节值为 −25%，λ 电压在 1.25～1.35V 之间有微小变化。

2）清除故障码后发动机运转平稳，λ 调节正常。观察发动机运转情况，数分钟后 λ 调节值由 +10% 变化到 −15% 左右，汽车开始出现怠速不稳，发动机转速在 500～960r/min 之间游动。

3）关闭发动机重新起动，发动机运转平稳，5min 后怠速抖动现象重现。检查火花塞发现电极积炭较多，其中 1 缸最为明显。

4）更换火花塞，执行故障诊断仪检测，发动机正常，故障排除。

如果火花塞或高压线存在故障会造成点火不良，发动机怠速转速偏离目标值，这时发动机控制单元通过调整喷油量、增大节气门开度来提高转速。由于喷油量的增加而使混合气过浓，氧传感器感知氧含量减少，λ 调节值逐渐向 −25% 变动，发动机控制单元减少喷油量，使发动机转速调整得过低，所以发动机怠速在大范围内游动。

147. 火花塞侧电极烧蚀是什么原因？

火花塞侧电极烧蚀原因有：

1）气缸压力超过标准值。

2）火花塞型号不正确。

3）火花塞本身故障。

4）混合气不能充分燃烧。

热型火花塞，绝缘体裙部（瓷芯）较长，吸热面积大，传热距离长，因吸热量大、散热慢，火花塞裙部温度偏高，适用于低转速、低压缩比的小功率发动机。冷型火花塞，绝缘体裙部（瓷芯）较短、吸热面积小、传热距离短，因吸热量小、散热快，火花塞裙部温度偏低，适用于高转速、高压缩比的大功率发动机。

148. 曲轴轴向间隙大会导致发动机熄火吗？

某捷达轿车，一踩离合器踏板发动机均熄火，熄火后再次起动发动机也很顺利。偶尔着车发动机伴有异响。

1）执行故障诊断仪检测：发现发动机控制单元存储“G28 偶发故障”故障码，根据车辆故障表现，可判断应该是发动机机械故障所致。更换 G28，发动机转速传感器无效，故障依旧。

2）用撬棍将曲轴向变速器方向撬，发现曲轴的轴向间隙很大，大概能达到 6mm。拆检发动机，发现曲轴轴向止推垫掉入油底壳中，气缸体的轴向止推垫部位已经严重磨损。

可判断故障主要是气缸体或者曲轴损坏。轴向止推垫等零部件也严重损坏导致该车这样的故障表现。

曲轴轴向间隙过大，曲轴的轴向窜动使得 G28 远离靶轮，从而导致发动机转速信号中断，控制单元无喷油点火指令输出，造成发动机熄火。

149. 怎么检查和排除宝马轿车起动困难？

（1）故障概述　宝马 318i 轿车起动困难，配 N46 发动机，长时间停放车辆后，第一次打火不能起动发动机。但如果熄火后立即再次起动即可着车。

（2）故障诊断　执行故障诊断仪检测，无故障码。检查燃油、点火、进气密封性和缸压，均正常。

观察数据流发现，进气门升程为接近最大值。进气歧管压力为 54kPa，明显低于正常值。

（3）故障分析　进气歧管压力低于 100kPa 的大气压力，说明发动机系统启用应急模式。电子节气门已进行节流控制，发动机系统启用应急模式节气门开度由 18% 降至 3%，进气门升程由原来的近 1.5mm 迅速下降直至发动机剧烈抖动，导致熄火。

（4）故障点确定和排除　进气门升程的下降或许还不至于使发动机着车，但进气门积炭过多，气门运行就会受到影响，难以达到起动着车标准，进气门背部积炭过多，导致进气门升程受阻，发动机初次起动熄火。清洗进气系统，故障排除。

150. 怎么检查和排除宝马轿车低速熄火故障？

（1）故障概述　宝马 523Li 轿车配置 N52 发动机，低速行驶熄火，重新起动发动机，着车顺利。

（2）故障诊断

1）执行诊断仪检测，故障码为 1F0525——发动机控制模块内部故障，相对燃油质量可信度监控错误。

2）清除故障码，故障依旧。

3）检查燃油箱及燃油供给系统部件，正常。

4）考虑故障发生在进气系统，检查空气滤清器，发现空气滤清器安装不合适，漏气。

（3）故障分析　空气滤清器没有装好，导致在车辆低速行驶时发动机控制模块对进气流量传感器算不准，发动机时常熄火。

（4）故障排除　装好空气滤清器，故障排除。

151. 怎么检查和排除宝马轿车发动机无法起动？

（1）故障概述　宝马 523Li 轿车，底盘型号为 F18，配置 N52 发动机，发动机无法转动。

（2）故障诊断

1）常规检查排除电气部件和控制电路发生故障的可能性。

2）检查发动机机油油质和油位正常。

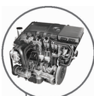
3）执行故障诊断仪检测，有凸轮轴位置不可信故障信息。清除故障码，故障依旧。

（3）故障排除　更换进气凸轮调节装置，故障排除。

152. 怎么检查和排除宝马轿车氧传感器导致的故障？

（1）故障概述　宝马 523Li 轿车，底盘型号为 E60，搭载 N52 发动机，怠速不稳且抖动明显。

（2）检查诊断　执行故障诊断仪检测，没有故障码。从空燃比监控数据流可以看出，气缸列 1 前氧传感器信号明显低于 2V，（正常时应约为 2.0V），后氧传感器信号为 0.12V（正常时应约为 0.7V），这就可判定气缸列 1 的混合气偏稀，导致故障的原因就



是气缸列1三元催化转化器前氧传感器性能不良。

（3）故障分析　由于气缸列1三元催化转化器前氧传感器性能不良，导致信号过低，发动机控制模块认为混合气过稀，于是通过增加喷油量与进气量和提前点火时间等方式来调节混合气浓度，反复调节便出现怠速转速忽高忽低的现象，通常称为游车现象。

（4）故障排除　更换前氧传感器，删除调校值，故障排除。

153. 怎么检查和排除废气管漏气导致的故障？

（1）故障概述　宝马760Li轿车，底盘型号为E65，搭载N73发动机。怠速抖动，加速无力。

（2）诊断检查　执行故障诊断仪检测，故障信息显示2缸工作不良。清除故障码，重新起动车辆，该故障码再次出现。继续查询DME2控制模块的故障信息，内容为8缸工作不良，也存在缺火故障。导致气缸工作不良的原因有很多，涉及多个系统，经检查燃油压力正常，点火线圈和火花塞也正常。

（3）故障确定与排除　检查气缸压力和是否漏气。该发动机的结构非常复杂，必须拆卸进气歧管才能测量气缸压力。在检查过程中，发现有曲轴箱废气管没有插牢，有可能导致发动机怠速不稳。将其重新插牢，测量各缸压力，均正常。故障彻底排除。

带有电子气门装置的发动机对漏气是非常敏感的，这是因为进气量通过进气门直接控制，进气歧管内部接近于真空，一旦漏气便会对混合气造成影响，影响气缸内部燃烧，导致发动机工作不良。发动机控制模块识别到此故障后，便会判断为失火故障，以防止三元催化转化器损坏。

154. 怎么检查怠速电磁阀？

发动机配置旋转阀芯式怠速电磁阀，它由两个线圈组成，能够实现正、反方向转动。该电磁阀线束插头有3个端子，其中一个是供电端子，另外两个端子是控制端子，与发动机控制模块相连。

怠速电磁阀的阀芯卡滞，导致发动机进气量过少，怠速转速偏低，挂档极易熄火。每次清洗节气门时最好对怠速电磁阀进行清洁。

155. 怎么检查和排除挂档起步熄火故障？

（1）故障概述　宝马轿车底盘型号为E39，配置M54发动机。挂档起步时，发动机经常熄火。当发动机熄火后，重新进行起动，需要踩下加速踏板才能维持怠速。

车辆静止不动加速，性能基本正常，可以判断故障与燃油供给系统无关。根据这种故障表现，与进气系统有很大关系，因为怠速转速过低通常与怠速电磁阀工作不良有关。可以使用诊断仪对怠速电磁阀进行测试，判断其性能是否良好。也可采用晃动怠速电磁阀的简单方法来检查阀芯是否灵活。

（2）检查和排除

1）拆下空气滤清器的壳体，拆卸在进气歧管下方的怠速电磁阀检查，工作腔有很多油渍，阀芯卡滞不动。

2）清洗怠速电磁阀和电子节气门。

3）装配完好后，起动发动机，故障消失。

156. 智能蓄电池传感器的作用是什么？

智能蓄电池传感器安装在蓄电池的负极接线柱上，具有自诊断功能。

智能蓄电池传感器记录蓄电池的电流、电压和电极温度，评估蓄电池的充电和健康状态指标，平衡蓄电池充电、放电电流，监控车辆休眠电流，监控充电状态并在电量不足时向发动机控制模块传输相关数据。若智能蓄电池传感器性能不良，则充电系统受到影响，造成发动机怠速不稳。



157. 怎么检查和排除宝马轿车怠速游车？

（1）故障概述　宝马轿车，底盘型号为 E60，配置 N52 发动机，起动发动机后，怠速开始来回游车，约几分钟后故障消失。

（2）检查和排除

1）执行故障诊断仪检测，无故障码。

2）检查进气系统炭罐、管路及相关联接件，无异常。

3）用万用表测量故障状态下的充电电压，发现充电电压不稳定。当拔下发电动机的线束插头时，故障症状消失。

4）判断发电机系统存在问题，用示波器检测智能蓄电池传感器的 LIN 线信号，发现波形不正确。更换智能蓄电池传感器，故障消失。

158. 进气管真空度失常对发动机性能有哪些影响？

（1）进气管真空度失常会导致发动机运转无力　如果怠速时进气管的真空度很低，则说明有空气从旁路进入了进气管，由于这部分空气没有经过空气流量传感器的计量或未经节气门控制，空气流量传感器的测量值必然低于实际进气量，而电控单元（ECU）是根据空气流量传感器等信号决定基本喷油量的，这样就导致喷油量偏少，混合气过稀，因此发动机运转无力。

（2）进气管真空度失常会造成发动机起动困难　例如，某车型，进气歧管上部稳压箱末端的一个圆形闷盖已经脱落，由于空气量过多，造成混合气太稀，发动机起动困难。

（3）进气管真空度失常会导致怠速不稳　如果进气管漏气，空气流量传感器无法测出真实的进气量，造成 ECU 对进气量的控制不准确，导致发动机怠速不稳定。

（4）进气管真空度失常会影响排放　进气管真空度降低，发动机的负荷和燃烧室温度增加，从而提高每循环废气的最高温度，因而导致尾气中的 NO_x 含量增加。

159. 怎么检查和排除朗逸轿车怠速高？

（1）故障概述　朗逸轿车起动发动机后，怠速在 950r/min 左右，重新起动车辆怠速恢复正常。

（2）检查和排除　执行故障诊断仪检测，发现发电机终端 DF 间歇性负载信号异常。

朗逸轿车装备中央控制单元 BCM，BCM 有一项重要的功能就是负载管理。负载管理是为了防止蓄电池过度放电造成损坏或无法起动车辆。当蓄电池电压低于 12.7V 时，中央控制单元要求提高怠速转速。当蓄电池电压低于 12.2V 时，依次关闭座椅加热、后风窗加热、车外后视镜加热、自动空调、信息娱乐系统。

该车的发电电压有时会低于 12.7V，显然这时 BCM 的负载管理功能启动了。接通大电流用电器时，发动机电控单元会相应提高发动机转速，如果发电机异常或信号线异常，发动机电控单元会将怠速转速调整至 950r/min。

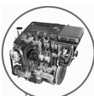
推断故障点应该在发电机的内部。更换电压调节器后，路试，故障排除。

160. 怎么检查和排除世嘉轿车冷起动怠速不稳？

（1）故障概述　某雪铁龙世嘉 16V 手动变速器轿车，冷起动时存在怠速转速不稳定和发动机抖动的现象，发动机故障灯点亮，发动机运转一段时间后发动机故障灯自动熄灭。

（2）检查与排除　执行故障诊断仪检测，发现 1 缸点火的临时故障，该故障码能删除。

检查火花塞正常，测量火花塞各工作线路的电阻值和工作波形，没有发现异常，表明故障的产生与发动机的火花塞及其工作线



路无关。

发动机转速位置传感器及其工作线路进行状态检查无异常，对点火线圈检查无异常。

对两个氧传感器及其工作线路进行状态检查，先用诊断仪结合物理测量盒对两个氧传感器的工作波形进行读取，更换两个氧传感器总成后试车，发现故障现象还没有被排除，表明故障的产生与氧传感器及其工作线路无关。

对进气系统进行相关检查，节气门体电动机及传感器工作线路和状态的检查，无异常，排除故障的产生与进气系统有关的可能性。

检测燃油压力，发动机转速保持在3000r/min，测量结果都高于3.3bar，无异常。喷油器工作正常。

重点检测缸压。将测量结果与标准压力值进行对比，发现第一缸的气缸压力比标准值明显偏低，于是对第一缸进行拆检，发现其排气门存在严重积炭，排气门不能完全关闭。对第一缸排气门处的积炭进行处理，清洗进气系统。故障排除。

当积炭在排气门处产生后，排气门会关闭不严，混合气存在泄漏情况，同时废气存量多，尤其在冬季，汽油挥发性变差，混合气浓度变稀，在发动机点火时会出现点火失败的故障。

161. 怎样检查和排除福特福克斯轿车起动困难？

（1）故障概述　某1.8福克斯轿车，起动困难，存在着车后发动机转速不稳、抖动，发动机故障灯常亮等故障。

（2）检查与排除

具体到本案例，EGR阀常开造成此种故障的可能性应该是最大的，因为EGR阀卡在开的位置时，就会让废气直接进到进气管，再进入气缸内燃烧，但是废气含氧量极少，而电脑按照正常空燃比进行喷油，结果就会导致混合气过浓。

为了验证上述判断，进行KOER测试，结果显示EGR阀流量失调，基本上验证了故障原因在于废气再循环系统的判断。于是将故障车辆发动机上的EGR阀拆开进行检查，发现废气再循环EGR阀的确卡住常开，一个陶瓷碎片夹在了阀门上，取出碎片重新安装好EGR阀，清除故障码试车，故障排除。

进气歧管压力偏高同时混合气偏浓的原因可能在以下几个方面：废气再循环系统（EGR）问题、三元催化器堵塞、气缸压缩压力偏低、燃油箱蒸气回收系统（EVAP）问题等。这4个方面的原因都有可能造成进气歧管压力偏高但混合气偏浓故障，形成的故障现象应该说也是各有特点的。三元催化器堵塞会造成排气不畅、排气管背压过高，最主要的是发动机加速性能会很差，动力性下降较多。

导致起动困难，着车后发动机转速不稳、抖动，发动机故障灯常亮故障现象的原因，在维修实践中主要有两个方面，一是缸内积炭，但是缸内积炭最典型的故障现象是冷车起动困难，一旦发动机起动后怠速不稳，发动机温度上来后怠速就会稳定；二是废气再循环系统卡滞在常开位置，EGR阀卡滞在常开位置对于采用进气压力传感器的车型会导致混合气浓。对于采用流量式传感器的车型会导致混合气稀，严重时，发动机无法起动。

162. 什么是发动机大修？

发动机大修就是通过拆卸、分解发动机以及调整、修理或更换必要的零部件等工作来检测故障并进行修复。当发动机气缸磨损严重、气缸拉伤（拉缸）、连杆顶弯变形时都需要进行大修，规范化的大修可以较好地恢复发动机的动力性能。

163. 什么是发动机小修？

发动机小修一般指发动机的车上维修，

即不用拆下发动机，就车进行局部的修理维护作业。例如，更换气缸盖垫、发动机传动带、机油滤清器，检查气门间隙，更换凸轮轴、气门挺柱等。

164. 什么是就车修理？

汽车修理的基本方法可分为就车修理和总成互换修理。就车修理是指在修理过程中，从汽车上拆下的零件、组合件及总成，除报废者更新换件外，修理后仍装回原车的修理方法。

165. 怎样使用螺栓黏合剂？

为防止松动，一些螺栓要涂抹粘合剂。螺栓再次使用时，要清洁螺栓并涂抹锁紧黏合剂。松动涂抹锁紧黏合剂的螺栓时，开始比较困难，但是一旦黏合剂失去功效，松动螺栓就很容易。螺栓黏合剂的使用方法如下：

（1）清洁

1）用钢丝刷清洁螺栓，然后用压缩空气吹去多余的黏合剂。

2）用洁净油除去黏附在螺栓孔内的锁紧黏合剂。如同清洁螺栓一样，最后用压缩空气吹去多余的锁紧黏合剂。

（2）重新涂抹锁紧黏合剂紧固　螺栓清洁后，给整个表面涂一层黏合剂。黏合剂的型号有多种，性质不同的螺栓紧固部位应使用不同型号的黏合剂。

166. 为什么发动机在重新装配后要进行磨合？

磨合是指发动机各摩擦副表面于工作初期在合适的条件下进行的摩擦加工过程。

重新装配后的发动机摩擦副表面在修理加工过程中存在加工痕迹，同时还存在表面形状和相互位置误差，使摩擦副表面的实际接触面积变得很小，如果直接将发动机投入使用，工作中实际接触点上承受的压力很大，局部温度很高，极易产生剧烈的磨损，甚至出现零件表面烧蚀或拉伤等破坏性磨损现象。

磨合是以最小的磨耗量，在较短的时间内降低零件表面粗糙度、强化零件工作表面并改善摩擦表面间的配合。此外，磨合也是全面检查修理和装配质量的过程，发现故障，及时排除，消除隐患，保证发动机工作的可靠性，提高其动力性和经济性，延长发动机的使用寿命。



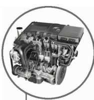
第三节　柴油发动机维修

167. 什么是换气过程？

发动机从排气门开始打开到进气门完全关闭的整个过程称为柴油机的换气过程。换气过程分为自由排气、强制排气和进气 3 个阶段，从排气门开启到下止点这一阶段为自由排气，下止点以后为强制排气。要使柴油机做功多、转矩大、功率大，就需要燃料在气缸内燃烧时放热多，这既有赖于气缸中所能充填进去的燃料量，也依赖于充填进去的空气量。对于用液体燃料的柴油机来说，燃料所占体积极小，而空气所占体积极大，所以在柴油机气缸中燃烧所能放出热量的多少，主要受限于能够充入气缸的空气量的多少。

168. 什么是自由排气阶段？

自由排气阶段由于气门开启只能逐渐增大其流通截面，如果排气门在活塞到达下止点才开启，则气缸内的压力（柴油机膨胀终了时的压力约为 0.3 MPa 左右）因气门流通截面增大过慢而下降迟缓，不能实现充分排气。而且在活塞向上止点运动时将会形成较大的反压力，增加排气行程中所消耗的功率。因此，有必要使排气门在膨胀行程接近终了，活塞尚未到达下止点前就开始打开，



即排气提前，通常排气提前角是在下止点前40°~80°曲轴转角。利用燃气的压力向缸外排气，称为自由排气。

169. 什么是强制排气阶段？

在自由排气阶段，随着活塞向下止点移动，气缸内压力不断下降。当活塞到达下止点或稍后一些（全负荷运转时在下止点后10°~30°），以后的排气主要靠活塞推出，所以称为强制排气。在强制排气阶段接近终了时，由于排气门开始关闭，产生较大的节流作用，在上止点附近，气缸压力又上升。该压力升高是由活塞接近上止点时，气门通道面积的缩小而产生的，其结果是排气消耗功和残余废气量都增加了。因此，排气门的完全关闭不能恰恰在活塞到达上止点之时。而应在活塞过了上止点之后，这就是排气门迟闭，通常排气门迟闭角为上止点后10°~30°曲轴转角。此外，排气门的迟闭，还可能利用排气管中气体的流动惯性把气缸内的废气继续吸出，降低废气余量，增加新鲜充量，而又不致发生废气的倒流。

170. 什么是进气过程？

进气过程就是吸入新鲜空气的过程。为了增加进入气缸内的新鲜空气量，在活塞到达上止点前，进气门提前开启，以便使活塞在开始回程时进气门提供一定大小的通道面积让新鲜空气流入。进气门一般在上止点前10°~30°曲轴转角时开启。尽管进气门提前开启，但开始吸入新鲜空气要等到气缸内剩余废气膨胀至低于进气管内进气压力之后。随着进气门开启面积的逐渐加大，新鲜空气进入气缸。同时气体受到气缸壁、高温零件和残余废气的加热，压力逐渐上升，到进气终了时，压力几乎回升到接近大气压。如果进气门关闭过早，如在活塞到达下止点时，则因进气通道处的严重节流作用而使进气量减少，而且还增加了吸气所需的消耗功。当活塞过了下止点后，新鲜空气由于流动惯性继续冲入气缸，利用进气惯性可达到增加气缸充气量的目的。进气门一定要在活塞过了下止点后40°~80°曲轴转角才能完全关闭。如进气门关闭过迟，在柴油机低速运转时进气会倒流，对充气不利，但在高速时，可利用进气惯性增加进气量。这样，在上止点附近就有一段时间进排气门同时开启，称为气门叠开，气门叠开角可达20°~60°曲轴转角。

171. 柴油发动机混合气形成有什么特点？

柴油发动机与汽油机相比，柴油机的混合气形成有如下特点：首先，柴油机的混合气只能在气缸内部形成；其次，混合气形成的时间短，通常占15°~35°曲轴转角。因而形成的混合气成分在燃烧室内很不均匀，而且随着燃油的不断喷入在不断地改变，属于非均质燃油混合气。混合气的形成质量对保证柴油机在尽可能小的平均过量空气系数下完全和及时燃烧有决定性的影响，所以对于混合气的形成有着特殊的要求，也就是说不仅对进气量（过量空气系数）、燃烧室形状等有要求，对燃油喷射也有要求。

172. 什么是小涡流和雾状喷射的喷射方式？

具有小涡流和雾状喷射的喷射方式在燃烧过程中，气缸内的空气涡流非常小甚至没有，重要的是利用喷射油雾的能量完成混合气的形成。这种方式被用于中、低转速的大型柴油机，由于热力原因，这些柴油机必须用较高过量空气系数的混合气工作。

燃油通过正交的5~8孔的多孔喷油器喷入，四气门柴油机喷油器也是位于燃烧室中心。

其一，持续提高的NO_x和颗粒物排放标准，要求采用高过量空气系数的混合气和高油雾喷射能量（由高的喷射压力产生）。其二，从欧II标准开始，所有11缸以下的商

用汽车柴油机，由于燃油消耗的原因，对应的工作转速带的限制更严格，所以以上方式在商用车柴油机上被广泛使用。特别是喷射起始时刻较迟，这样能进一步降低 NO_x 排放，但也使得这些柴油机上产生较大的热应力。

173. 什么是辅助涡流喷射方式?

对于较高的额定转速、大工作转速范围的小型柴油机（主要是轿车、有篷货车的柴油机），仅仅通过喷射形成油雾能量不能有效并彻底快速地形成混合气，必须借助燃烧室内部的空气流动。为此，要使用特别小的活塞凹坑，由此获得从活塞顶部到喷射油雾撞击点的剧烈的压缩进气流，并获得通过合适的进气元件（涡流进气道）进一步提升空气进给的旋转。为了达到此目的，利用空气使燃油完全扩散，下游的燃烧室部分决定了气缸空气的旋转。在喷射过程中，从喷油器喷射的油雾和垂直转动的空气漩涡有利于混合气的形成。它就是辅助涡流喷射方式。

这种喷射方式使用相对较少的 4 ~6 孔的喷油器，喷油器尽可能位于燃烧室的中心位置。

如果燃烧室部分不完整，空气的充入和动力将受到严重影响，由于局部燃油浓度过高，空气不足，会促使炭烟的生成。

174. 什么是预燃室方式?

预燃室方式的预燃室为一狭长的燃烧室，经单孔或多孔喷射道与主燃烧室相连。压缩行程终了时，燃油经轴针式喷油器喷入预燃室，喷射压力为 12 ~14MPa，预燃室内的空气只够部分燃油燃烧，未燃部分的燃油温度升高变为气态。由于预燃室内气压升高，气态燃油经喷射道喷入主燃烧室，并在主燃烧室内进行燃烧。

预燃室方式的优点是各种转速下混合气形成良好，柴油机运转柔和，转速高。缺点是起动时需用预热塞加热，燃油消耗大，预燃室方式适用于轿车和商用车。

175. 什么是涡流室方式?

涡流室方式是在气缸盖内部有一球形燃烧室，它通过一条切线通道与主燃烧室相通，该通道具有较大的断面。压缩时大部分空气流入涡流室，涡流室内存在强大的涡流，燃油经轴针式喷油器喷入，喷射压力为 10 ~12.5MPa。燃油与旋转的高温空气充分混合，涡流室中先发生燃烧，并蔓延至主燃烧室。

涡流室方式的优点是柴油机运转柔和，混合气形成良好，利于柴油机高速化，其缺点是必须有辅助起动措施，燃油消耗大。

176. 什么是非均质混合?

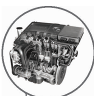
由于柴油机的燃油混合气是在内部形成的，所以燃烧时的混合气是不均匀的，即非均质混合气。对于非均质混合气，空燃比的分布是，油雾边缘是纯净的空气（混合比 λ 无穷大），油雾中心是纯的燃油（混合比 λ 为 0）。

177. 柴油机燃油混合气质量控制方式是怎样的?

对于非均质燃油混合气形成方式，柴油机负荷可以通过燃油喷射量来控制。对于喷射油雾的每一个雾滴，通常会产生这个可燃区域，这就是所谓的“质量控制”。因为燃油以非均质混合，燃烧发生在混合比相对较窄的范围内（$0.3 < \lambda < 1.5$）。为了获得这些易燃的混合气，要通过扩散和紊流以及燃油混合气生成所需的能量来实现，当然也可通过燃烧本身获得。

178. 混合气形成有哪些影响因素?

喷油器喷孔处的压力决定的射程；由喷油器几何形状决定的喷雾锥角；最终的燃油喷射速度决定了空气燃油混合空间及在此空间内的雾滴的范围。油雾的能量受喷孔处的压降和喷孔处油流形状的影响。



（1）热能　燃烧室壁和压缩空气的热能用于喷射燃油（在燃烧室壁的油膜和在高压气体内的油滴）的蒸发。

（2）燃烧室形状　燃烧室的合理设计非常重要，它配合活塞的运动可以获得涡流（压缩进气流），使液态燃油和空气形成的燃油混合气在燃烧室内得到合理的分配。

（3）有序的空气涡流　燃烧室作用于燃烧气体的运动，形成涡流，如果燃油方向与空气运动方向近似垂直，将大大改善燃油的蒸发。

燃烧室壁油膜蒸发后，蒸气层随空气的旋转而移动，燃烧气体的热量被新鲜的空气隔开。有条理的涡流使燃油与空气快速混合，有序的涡流通过特殊设计的进气道形状或者通过气缸到预燃室的移动部件（通过切线通道）来获得。

179. 发动机起动工况是怎样的？

起动包含从点火、加速到自行持续运转的过程，在压缩过程中经加热的空气必须点燃喷射出的燃油，柴油的着火温度为250℃。

180. 影响起动性能的因素有哪些？

（1）起动温度　冷态柴油机必须在尽可能低的柴油机转速和低的环境温度下才能够起动。

柴油机转速越低，最终的压缩压力越低，因而在气缸内最终产生的温度也越低。同时低温时蓄电池电压的降低也会使起动转速降低。

（2）热扩散和泄漏　工作温度未达到活塞环的工作要求，则会引起泄漏。冷态的柴油机在压缩循环存在热扩散，对带有分隔式燃烧室的柴油机，由于燃烧室的表面较大，热扩散比较严重。

（3）摩擦损失　柴油机机械元件的摩擦力在低温时比正常工作温度时大，随着温度的升高，柴油机机油的流动性增加，机械元件的配合间隙也会减小。

（4）燃油调节　通过滤清器加热或直接加热燃油的方法，可以避免低温时由于石蜡结晶引起的燃油问题，对于现代柴油机的燃油，这个问题仅仅发生在温度低于－25℃时。

181. 哪些因素能改善柴油机的起动性能？

改善柴油机起动性能的因素有辅助起动系统、喷油量调节和喷射起始时刻。

（1）辅助起动系统　对采用预燃室式的柴油机，起动辅助装置是笔型预热塞。在预燃室式柴油机上它位于预燃室内；对于直喷式柴油机，通常采用进气加热。有几秒预热时间的预热塞可以使柴油机快速起动。这两种方法都可用于改善燃油的蒸发和混合气的形成，并且使点火更可靠。

（2）喷油量调节　进一步改善柴油机起动性能的方法是起动时喷射过量的燃油，用以补偿燃油的沉积和泄漏损失，并提升柴油机转矩以满足柴油机加速的要求。另外，也可以使喷射起始时刻提前，以补偿起动时的点火延迟，保证柴油机在上止点范围（压缩温度最高）点火。

（3）喷射起始时刻　必须保证理想的尽可能精确的喷射起始时刻，如果燃油喷射太早，燃油将沉积在气缸壁上，蒸发量少，此时压缩空气的温度也低；如果喷射太迟，点火将在膨胀行程发生，此时活塞正在下行，活塞受到的作用力就会减小。喷射系统（燃油泵和喷油器）必须保证对空气、燃油的正确混合和对雾滴尺寸的要求，它们必须尽快在燃烧室内形成。

182. 低怠速工况对燃油喷射的要求是怎样的？

柴油机的低怠速和部分负荷工况非常关键。相对于汽油机而言，柴油机在此工作范围的优势是燃油消耗低。不足之处是噪声大和工作粗暴（特别是冷机状态），而着火延迟是低怠速时产生噪声的主要原因。



与起动工况一样，低转速和小负荷时，压缩终了气体温度较低，在怠速时更突出。

因为燃烧时气缸内气体温度上升比较缓慢，燃烧室温度较全负荷时低（即使柴油机处在工作温度）且不均匀。由于气缸内壁表面积较大，散热快，预燃室式和涡流室式柴油机的这个问题更显著。这可以通过提高压缩比补救，但会造成在全负荷时，燃油消耗较高且机械噪声变大，所以这种补救措施可行性较差。

低怠速小负荷时，对喷射过程中的喷射起始时刻、喷油量和喷油特性要求很高。例如，怠速时最高的燃烧温度仅仅出现在上止点附近很小的活塞行程内，喷射起始时刻要求非常精确。

对于每行程 5 ~ 7mm^3 的低怠速供油量来说，燃油计量精确度（误差 0.5mm^3，相当于每行程供油量的 10%）非常重要。由于在着火点集聚的燃油量对气缸压力的升高起决定性作用，所以在着火延迟期内只可以喷射少量的燃油。噪声取决于压力升高曲线的梯度，该梯度越陡，产生的“敲缸声”越大。另外还必须精确控制喷射起始时刻和喷油量，喷射系统必须确保喷油过程（每个行程的总供油量和每度曲轴转角 0.25mm^3）在 15° ~ 20°曲轴转角之间完成，各缸均一。现在降低噪声采用的更普遍的办法是预喷射，为此燃烧室要预处理，这在没有电磁阀控制的传统系统中无法应用。

183. 全负荷工况对燃油喷射的要求是怎样的？

1）柱塞泵供油量的理论计算是用柱塞的底面积乘以有效行程。实际供油过程是早开始迟结束，所以实际的有效行程比其几何有效行程大，这个动态性能被称为预供油和后供油效应。这个性能适用于所有的柱塞式燃油泵。

2）通过改变横截面和流动速率，可以根据柴油机转速予以修正，从而改善供油量特性。

184. 燃油喷射计量有哪些影响因素？

对于柴油机，燃油被直接喷入到高压、高温的空气中自动点燃，不像汽油机那样被强制点火。所以对柴油机来说，进入气缸内的空气是常量，仅仅只是对燃油量进行调节，因此对燃油的计量就非常关键。

燃油系统决定柴油机的性能，无论柴油机转速和负荷如何，燃油系统都要负责燃油的计量和整个过程中燃油的理想分配，另外进气压力和温度也是燃油计量要考虑的重要条件。

燃油系统进行喷射时应考虑以下因素：

1）正确的燃油量。

2）精确的喷油时刻。

3）正确的喷油压力。

4）正确的喷射过程。

5）在燃烧室内正确的喷射位置。

185. 什么是燃油喷射量？

在燃油计量时，除要求形成理想的混合气外，通常还要考虑柴油机或车辆的以下有关工作限制：

1）排烟限制。

2）燃烧压力限制。

3）排气温度限制。

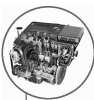
4）柴油机转速的限制。

186. 什么是排烟限制？

由于大部分烟气是通过燃烧过程生成的，即使在中等过量空气系数条件下，局部的富油仍会产生较高的黑烟排放。此处所谓的烟雾限制用于全负荷油量限制。预燃室式柴油机的烟雾点的过量空气系数是 1.1 ~ 1.25，直喷柴油机是 1.40 ~ 1.50。

187. 什么是燃烧压力限制？

柴油机点火过程中，已蒸发并与空气混合的燃油，在高压条件下剧烈燃烧，被称为



工作粗暴。较高的燃烧压力峰值在这个过程产生，这就是柴油机工作粗暴的原因。由此会引起柴油机零件负荷周期性的变化，所以零件尺寸和零件的可靠性将会限制燃烧压力的提高。

188. 什么是排气温度限制？

柴油机排气温度的限制由燃烧室周围零件的热应力、气门和排气系统的热稳定性、排气构件所需热量决定。

189. 柴油机的转速限制有什么作用？

柴油机过量空气以及燃油量控制的描述表明，在一定的转速的条件下，动力仅与喷油量有关。如果柴油机转矩减小，但燃油供给不改变，转速将升高。如果柴油机在超过临界转速前不减少燃油供给量，将会“飞车”，可能导致柴油机自行损坏。所以对柴油机来说，转速限制或转速控制是非常重要的。

柴油机的转速必须由驾驶人通过加速踏板自由控制，在负荷卸去时，转速不得低于低怠速极限而熄火。所以，控制系统被分成全程调速器和两级调速器。

喷射系统必须精确计量单缸燃油，并将燃油均匀地分配到多缸柴油机的某一气缸，计算的喷油量作为喷射系统的喷射参考值。低转速、全负荷时，喷油量受柴油机的烟雾限值限制，高转速时，受排气构件温度限制。

190. 柴油机着火延迟是什么原因？

从燃料开始喷入气缸起到形成火焰中心为止的这一阶段称为着火延迟期。柴油机燃烧过程的着火延迟期，主要是形成点火源，以保证燃烧过程在整个燃烧室中进行。柴油机的着火延迟期，除了需要对化学反应做准备工作以外，还需要进行燃料在燃烧室中的分布、受热、蒸发和扩散等一系列物理准备。在这些准备工作以后，可能在一处或几处形成火焰中心而燃烧。

着火延迟期时间虽然很短，但对燃烧过程有极大的影响。着火延迟期时间越长，在气缸中所聚集的燃料数量就越多，在着火前形成的可燃混合气也越多。燃烧开始，压力就突然上升，使运动零件受强烈的冲击负荷，柴油机运转粗暴，影响其使用寿命。因此，为了控制燃烧过程，降低柴油机的机械负荷并使柴油机运转平稳，应该尽可能地缩短着火延迟期。

影响着火延迟期的因素很多，在正常运转情况下，压缩终了的温度和压力是影响着火延迟期的主要因素，此外，喷油提前角、转速及燃料性质等对着火延迟期也有较大影响。

191. 什么是柴油机速燃期？

从燃料点火开始到迅速燃烧出现最高压力为止的这一阶段称为速燃期。最高压力点一般在上止点后6°～10°曲轴转角时出现。

速燃期的燃烧主要取决于着火延迟期和在着火延迟期内形成的可燃混合气数量。如果着火延迟期长，而且在此期间喷入的燃料量很多，又都形成了可燃混合气，则一旦点火，火焰即迅速向各处传播，燃烧速率很高，于是压力升高率增加，柴油机势必工作粗暴。因此，解决柴油机工作粗暴的主要途径是缩短着火延迟期。如选用十六烷值高的燃料，减少着火延迟期内的喷油量和减少着火延迟期内形成的可燃混合气数量。

柴油机冷机起动或怠速运转时，气缸内温度较低，着火延迟期较长，而此时润滑油黏度较高，柴油机的摩擦损失较大，但无负荷每循环仍要求喷油量很大，因此压力升高率也较大，故产生较强的爆燃。这种爆燃是在低速运转的特殊条件下产生的，一般称为怠速爆燃。随着转速升高及负荷增加，柴油机热状态正常，怠速爆燃即自行减小消失。

192. 什么是缓燃期？

从最高压力点开始到出现最高温度的这



一阶段称为缓燃期。最高温度一般在上止点后20°~35°曲轴转角出现。

在由速燃期转到缓燃期时，燃料仍在继续喷射，燃烧以很快速度继续进行，温度升高到最高值（达1700~2000℃），放热量达总放热量的70%~80%。此时活塞已开始向下运动，压力也略有下降，由于气缸中温度很高，化学反应很快，着火延迟很短，喷入燃料便很快着火燃烧。燃烧室内氧气渐少，废气增多，燃烧条件变得不利，燃烧可能不完全，于是产生炭烟随废气排出，影响了燃料的经济性和排放。因此，在缓燃期加强燃烧室内的气流运动，加速混合气形成，对保证在上止点附近迅速而完全的燃烧有重要作用。

193. 什么是补燃期？

从最高温度点开始到燃料基本完全燃烧这一阶段称为补燃期。实际上补燃期的终点很难确定，往往到排气门打开时，气缸内仍有放热的化学反应，所以排气中也还含有未氧化完全的物质。一般认为放热量口达到循环总放热量的95%~97%时就算补燃期结束。在补燃期内，由于气缸内压力、温度下降，气流运动减弱，废气量增多，燃烧条件变坏，故形成炭烟的可能性更大。特别是在高速、高负荷时，由于充气量少，混合气形成的燃烧时间更短，补燃现象比较严重，有时甚至一直继续到排气过程中。在补燃期，因为气体在膨胀，气缸内的压力下降较快，补燃所放出的热量不能有效利用，并增加了散往冷却液的热损失，使柴油机的经济性和动力性下降。补燃还增加活塞组的热负荷以及使排气温度增高，所以总是希望补燃期尽可能地缩短。

194. 柴油发动机保养有哪些注意事项？

1）柴油机应选择柴油发动机专用的机油，保证机油的更换周期，建议不超过6000km。定期保养空气滤清器、机油滤清器和柴油滤清器。做好这一系列的保养能保证柴油发动机的正常运行，柴油发动机的转速相对较低，发动机部件的磨损相对减少，故障发生的频率也会降低。

2）柴油发动机绝对不能把柴油消耗完再加油。柴油发动机在空油的情况下还会空转并吸入空气，这样会严重损坏发动机。

3）柴油车起动时不要踩加油踏板，同时起步不要太快，转速也不要太高。当发动机长时间高速运转后，切勿立即关机，应以怠速继续运转两三分钟，待温度降低后再关机，防止热量积聚。

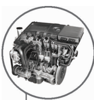
195. 燃料性质对柴油机燃烧过程有什么影响？

对燃烧过程影响较大的柴油性质有发火性、黏度、凝点。燃料的自燃温度对燃烧过程的影响主要表现在对着火延迟期的影响上。降低自燃温度可使着火延迟期缩短，因而燃烧初期在燃烧室中的燃料量减少，速燃期中的压力升高率减小，使柴油机工作柔和。适当地提高燃料的十六烷值，会使着火延迟期缩短。黏度大的柴油不易雾化，蒸发性差。蒸发性影响油滴的蒸发速度，从而影响可燃混合气的形成速度。

196. 压缩比对柴油机燃烧过程有什么影响？

压缩比增加，压缩终了的温度和压力上升，易于燃料的蒸发，缩短了燃烧前的物理化学准备，着火延迟期缩短，使速燃期的压力升高率降低，工作比较柔和，使冷机起动迅速可靠。但是过高的压缩比会带来最高燃烧压力的增长，使柴油机的机械负荷增加，机械效率下降。

压缩比的选择要根据柴油机的具体使用情况而定。对于较高速的柴油机，由于冷机起动和混合气形成的要求，压缩比一般较高。使压缩终了时压力增加温度升高，有利于起动和加速混合气形成与燃烧。对于增压柴油机，为了减轻机械负荷，需要降低压缩



比，以限制燃烧的最高压力。

197. 喷油规律对柴油机燃烧过程有什么影响？

喷油规律是指喷入燃烧室的燃料总量与曲轴转角之间的变化关系。如果着火延迟期内喷入气缸的燃料量较少，那么速燃期内的压力升高率就会降低，从而使柴油机工作柔和，但燃烧时间却延长了，导致热效率降低。在其他条件都相同而循环供油量仍为燃料总量的情况下，如果着火延迟期内喷入气缸的燃料量增多，那么速燃期内的压力升高率增大，燃烧时间缩短，使柴油机的功率和热效率均获得提高，但工作较粗暴。

喷油规律主要取决于高压油泵的凸轮外形，此外还与柱塞直径、喷油器的构造和调整，以及油管的尺寸等有关。

198. 喷油提前角对柴油机燃烧过程有什么影响？

喷油提前角是指喷油开始到活塞运行到上止点为止所对应的曲轴转角。喷油提前角的改变会导致柴油机性能指标的变化。增大喷油提前角，由于燃料是在空气密度和温度都较低的情况下喷入的，其物理、化学准备条件较差，着火延迟期延长，导致速燃期的压力升高率增大，柴油机工作粗暴，同时也增加了柴油机压缩损失的功。但喷油过迟，燃烧会在膨胀过程中进行，因而使压力升高率降低，最高压力下降，排气温度增加，排气冒烟。冷却液的热损失增加，热效率下降。

最佳喷油提前角主要随柴油机的转速和负荷的变化而变化。当转速增加时，燃烧过程所占曲轴转角增大，如不适当增大喷油提前角，则会延续到膨胀过程。因此在转速变化较大的车用柴油机上，常装有喷油提前自动调节装置，以适应随转速的变化而自动改变喷油提前角的要求。负荷（喷油量）不同，最佳喷油提前角也不同，负荷越大，最佳喷油提前角越大。

199. 转速与负荷对柴油机燃烧过程有什么影响？

当柴油机的转速增加时，燃烧室内的空气涡流运动加强，喷油压力也有所提高，使燃油雾化变好，促使着火准备过程加快，提高混合气形成速度，所以着火延迟期随转速的增加而缩短。这说明随转速的增加，应将喷油提前角加大，使燃烧仍能在上止点附近完成。

柴油机的负荷增加时，喷油量加大，燃烧室的温度增高，改善了燃烧条件，因此着火延迟期缩短，柴油机工作稳定柔和。但是，由于循环喷油量加大以及喷油延续角增加，会使总的燃烧过程时间延长。

如果负荷减小，循环喷油量也随着减少，那么过量空气系数就会增加，使燃料燃烧迅速完全，热效率提高。但当负荷过低或怠速运转时，燃烧室温度低，燃料着火延迟期较长，尽管负荷低或无负荷，每循环喷油量仍较大，因此压力升高率也较大，便会产生柴油机特有的怠速敲缸现象，这是在使用中经常见到的正常现象。负荷上升时，该现象会立即减小直至消失。

200. 什么是预喷射？

预喷射是以较大的喷油提前角喷入气缸。它将为燃烧室提供预处理（最大到上止点前 40°），将少量燃油喷入预喷射（PI）后，接下来是主喷射（MI）。

1）预喷射可以在主喷射前对燃烧室的压力和温度进行预处理。

2）发动机在部分负荷工况下可以降低燃烧噪声和炭烟的生成；发动机在全负荷工况下通过改善柴油的雾化质量来降低燃烧所产生的碳氢化合物，从而改善燃烧和降低噪声。

201. 什么是主喷射？

主喷射是燃烧过程中非常重要的一部分，其目标是实现高转矩、低燃油消耗、低



废气排放和低噪声。为此，主喷射必须满足以下条件：

1）精确的喷射起始时刻。

2）精确的喷油量。

3）理想的喷射时期。

4）在燃烧室内良好的燃油分配和燃油雾化。

5）正确的喷射过程。

202. 什么是后喷射?

1）后喷射的目的主要是降低 NO_x 排放。

2）后喷射必须精确地确定必需的喷油量、计量最小的可实现的燃油量、确定喷射时刻，以便燃油为催化转化装置做好准备，但不能在气缸内发生燃烧。

3）后喷射是在主喷射之后，在排气上止点后最大可达200°的曲轴转角。后喷射可以向燃烧室供给精确计量的燃油，后喷射通常在压缩上止点（TDC）后120°～180°曲轴转角内进行，由于这个喷油量非常少，后喷射不可能在每一次喷射后。在确定了催化剂要求后，需求的喷射总量被喷入到排气循环，这意味着后喷射油量不一定在同一气缸。

如果后喷射较接近于主喷射，气缸温度较高，有利于后喷射燃油的雾化。

如果后喷射太接近于主喷射，燃油可能部分燃耗，从而引起排放值变差。

如果后喷射太远离主喷射，气缸温度太低，不利于后喷射燃油雾化，限制了催化转化装置的效率。

203. 柴油机燃油供给系统是由哪些部分组成的?

柴油机燃油供给系统的功用是根据柴油机工况要求，将精确计量的燃油在规定的时间以一定的压力喷入气缸。柴油机燃油供给系统示意图如图1-42所示。

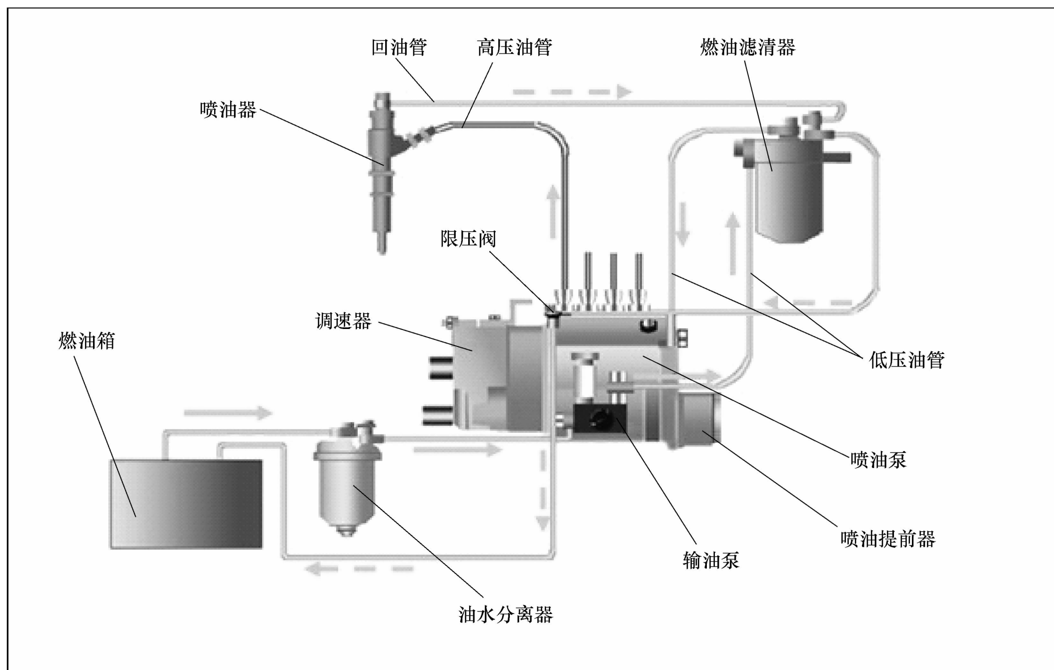
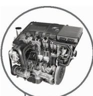


图1-42 柴油机燃油供给系统示意图

输油泵从燃油箱吸取柴油并将其泵出，柴油经燃油滤清器滤除杂质后进入喷油泵，自喷油泵输出的高压油经高压油管和喷油器喷入气缸。由于输油泵的输油量远大于喷油



泵的喷油量，多余的燃油经回油管回到油箱。

低压部分主要使喷油泵的低压腔充满燃油并建立起一定压力（0.15～0.3MPa）。高压部分对燃油进一步加压并使燃油呈良好的雾状喷入气缸，高压油路：喷油泵→喷油器（喷油泵：10MPa）。

（1）柴油机燃油供给系统的低压部分

燃油系统低压部分包括油箱、低压油管、输油泵、燃油滤清器、溢流阀和回油管。

（2）柴油机燃油供给系统的高压部分

燃油系统高压部分包括喷油泵、高压油管、喷油器。

（3）喷油器的作用和组成　将燃油雾化成细微的油滴，并将其喷射到燃烧室特定的部位。对喷油器的要求如下：

1）喷注有一定的贯穿距离和喷雾锥角。

2）良好的雾化质量。

3）在喷油结束时不发生滴漏。

喷油器由喷油器体、调压装置、喷油嘴组成，喷油器分为孔式和轴针式。

204. 什么是轴针式喷油器？

轴针式喷油器（图1-43）的特点是通过针阀行程变化来改变供油形态，从而也改变供油率。

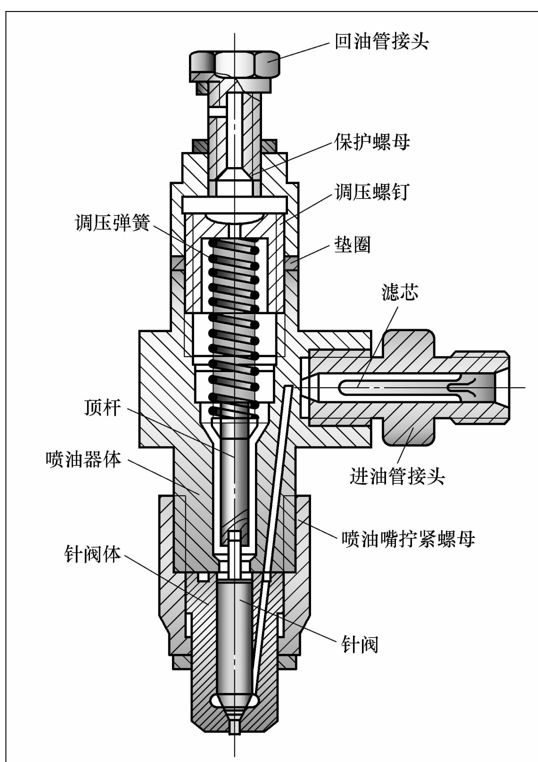


图1-43　轴针式喷油器

不喷油时针阀关闭喷孔，使高压油腔与燃烧室隔开，燃烧气体不致冲入油腔内引起积炭堵塞。喷孔直径较大，便于加工且不易堵塞。

针阀在油压达到一定压力时开启，供油停止时，又在弹簧作用下立即关闭，因此，喷油开始和停止都干脆利落，没有滴油现象。

不能满足对喷油质量有特殊要求的燃烧室的需要。

轴针式喷油嘴结构如图1-44所示。

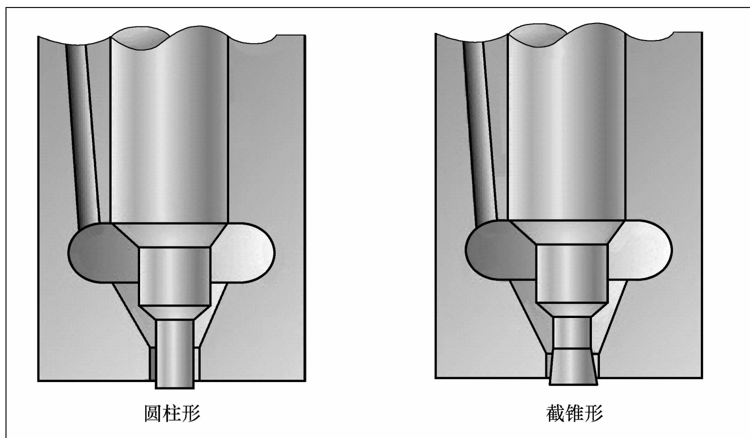


图1-44　轴针式喷油嘴结构

205. 什么是孔式喷油器？

孔式喷油器（图 1-45）一般用于统一式燃烧室（直接喷射燃烧室），孔式喷油器所用的喷油器体总成型号多样，主要用于直接喷射式柴油机。与轴针式喷油器不同，通常多孔式喷油器必须有准确的安装方位，以保证不同角度的喷孔与柴油机燃烧室能有正确的相对位置。

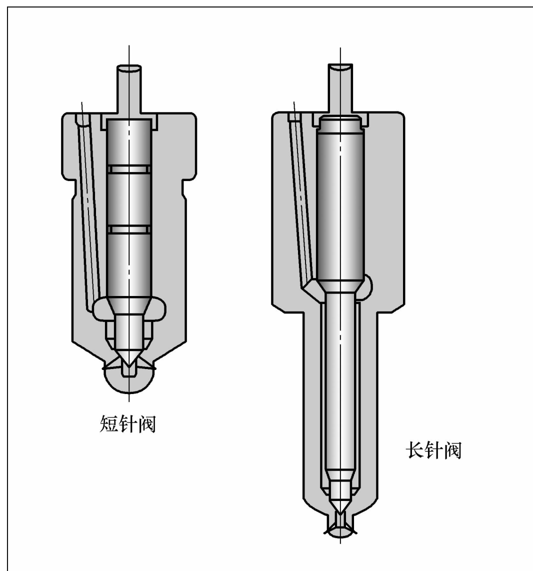


图 1-45 孔式喷油器

206. 柱塞式喷油泵的作用是什么？

喷油泵是柴油机燃料供给系统的重要组成部分。喷油泵按照柴油机的运行工况和气缸工作顺序，以一定的规律适时、定量地向喷油器输送高压燃油。

根据柴油机可燃混合气形成的特点和燃烧过程的需要，喷油泵应满足如下要求：

1）供油次序与发火次序保持一致。

2）各缸供油量均匀（不均匀度不大于3% ~4%）。

3）各缸供油提前角相同（相差不大于0. 5°曲轴转角）。

4）供油延续时间相等。

5）油压的建立和供油的停止必须迅速，防止滴漏现象。

207. 喷油泵有哪些类型？

汽车常用的喷油泵分为直列柱塞式喷油泵、转子分配式喷油泵和泵喷嘴。

208. 柱塞式喷油泵由哪些组件组成？

直列柱塞式喷油泵相对于每一个气缸均有一个分泵组件，直列柱塞式喷油泵由驱动元件、分泵组件、油量控制机构和喷油泵体组成。如图 1-46 所示。

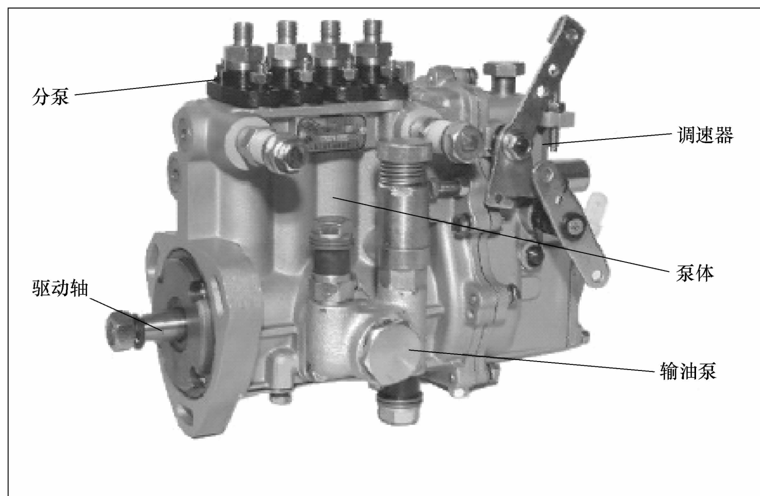


图 1-46 喷油泵组成



209. 柱塞式喷油泵分泵由哪些重要部件组成？

柱塞式喷油泵分泵由下列零件构成：柱塞偶件（柱塞和柱塞套）、柱塞弹簧、弹簧下座、弹簧上座、油量控制套和齿圈、出油阀偶件、出油阀弹簧、减容体、出油阀紧座。柱塞式喷油泵分泵示意图如图1-47所示。

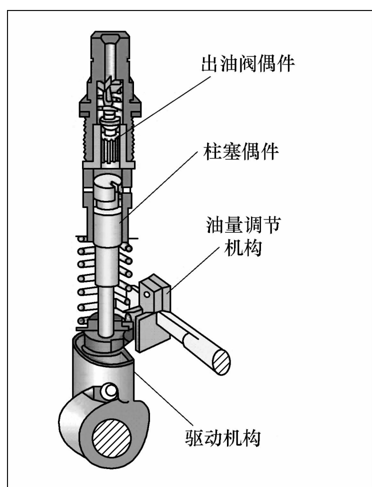


图1-47 柱塞式喷油泵分泵示意图

柱塞套安装在喷油泵壳体的座孔中，柱塞套的轴向用一定位销定位以防止柱塞套转动，柱塞套上的两个径向油孔与油泵泵体上的低压腔相通。

柱塞弹簧使柱塞与滚轮体部件始终与凸轮表面接触，以保证柱塞能及时可靠地下行。柱塞外圆面的中上部有一斜切槽，并与从柱塞顶部下来轴向切槽相交。柱塞上的矩形控制臂与控制套的切槽嵌合，控制套上的齿圈与控制齿杆相啮合，这样控制齿杆通过控制套带动柱塞转动。

出油阀安装在柱塞套的上方，当出油阀紧座拧入紧座孔后，柱塞套、出油阀、出油阀紧座紧密接触，同时出油阀弹簧将出油阀压紧在阀座上。出油阀如图1-48所示。

柱塞偶件是由柱塞与柱塞套构成的一对精密配合偶件，二者配对使用，它们间的配合间隙为0.002～0.003mm。

210. 喷油泵油量调节机构是怎样的？

油量调节机构如图1-49所示，控制齿杆通过齿圈带动油量控制套使柱塞转动，改变柱塞的有效行程，从而调节每个循环的供油量。

柱塞并不是在全行程内都供油，而只在有效行程中才供油。一般喷油泵在标定供油量时，柱塞全行程等于3～4.25倍有效行程。柱塞的有效行程一般是在柱塞运动速度较大的中间一段，因为这样才能满足柴油机对供油规律的要求。

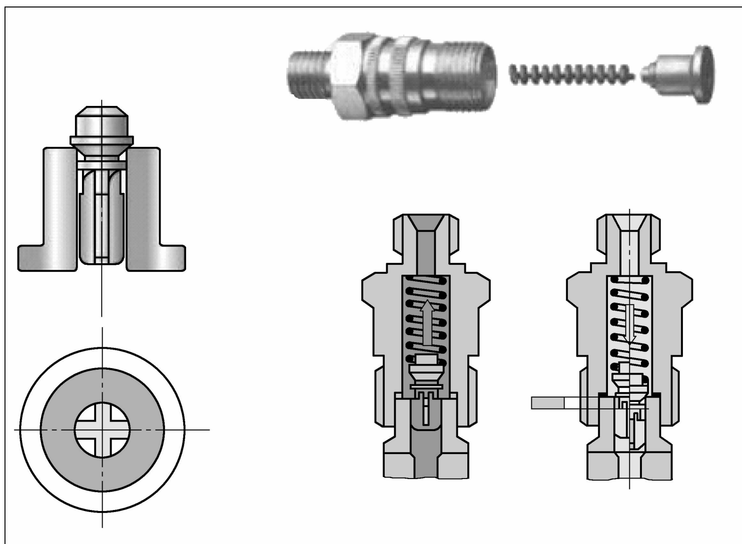


图1-48 出油阀



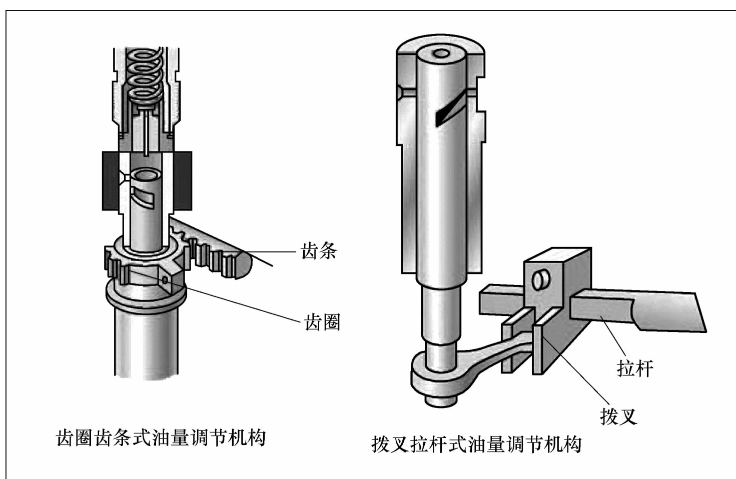


图 1-49 油量调节机构

喷油泵柱塞每行程泵出的油量称为循环供油量。循环供油量与柱塞的有效行程有关，有效行程越大，循环供油量越大，反之，有效行程越小，循环供油量越小。当需要改变喷油泵供油量时，就必须改变柱塞的有效行程。改变柱塞有效行程的方法是转动柱塞，使柱塞的螺旋斜槽与柱塞套筒上的回油孔的相对位置发生变化。

211. 喷油泵驱动机构工作原理？

喷油泵的驱动机构包括凸轮轴和挺柱组件。凸轮轴的前、后端通过滚动轴承支承在喷油泵体上。凸轮轴上凸轮的数目与喷油泵的柱塞偶件数相同，各凸轮间的夹角与配套柴油机的气缸数有关，并与气缸工作顺序相适应。凸轮轴一般由曲轴定时齿轮驱动，四冲程柴油机喷油泵凸轮轴的转速是曲轴转速的一半，以实现在凸轮轴一转之内向各气缸供油一次。挺柱体部件安装在喷油泵体上的挺柱孔内。

柱塞在供油时产生的高压对凸轮的作用力最大，应力最高。在一定负荷下，与滚轮相接触的凸轮表面曲率半径越小，其产生的接触应力越大。为了防止凸轮顶部小圆接触应力过大而产生早期损坏，一般要求柱塞供油结束点要落在小圆弧之前，并保证供油终点时柱塞的升程与最大速度时柱塞的升程之差 S 大于 0.3mm。因此，在油泵的调试中，如果不能保证规定的供油起始角，而把起始角调整得过小，就有可能使供油终点落到凸轮小圆弧段上，这样不但影响柴油机的性能，而且还会使凸轮的寿命降低。

212. 柴油机燃油系统为什么要设置调速器？

当发动机在高转速运转时若因负荷减少使转速升高时，喷油泵供油量增大，更促使发动机转速进一步升高，极易导致发动机超速而出现排气管冒黑烟、发动机过热等不良现象，严重时出现飞轮飞脱等机件损坏、伤人事故。

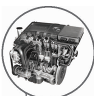
当发动机转速因负荷增加而低于最低稳定转速时，喷油泵供油量也会减少，转速继续下降，发动机熄火。

213. 柴油机调速器有什么功用？

调速器是根据发动机负荷变化而自动调节供油量，从而保证发动机的转速稳定在很小的范围内变化的装置。

214. 按照构造柴油机调速器可以分为哪几类？

柴油机调速器按构造的不同可分为气动式、机械离心式、液压式、电子式和复合式。



（1）气动调速器　气动调速器利用柴油机进气管节气门附近压力的变化进行调速。此种调速器构造简单，作用灵敏，在各种转速下均参与调速，但是需要在进气管道设置节气门，对柴油机的进气有一定的影响。

（2）机械离心式调速器　机械离心式调速器利用飞块的离心力进行调速，其构造复杂，调速性能较好，同时无需在柴油机的进气管道中设置节气门。

（3）气动离心复合式调速器　气力离心复合式调速器利用柴油机进气管节气门附近压力的变化和调速器飞块的离心力进行调速。

215. 按照作用范围调速器可以分为哪几类?

按照作用范围，调速器可分为两极式、全程式、最高转速式、复合式等。

两极式调速器仅维持怠速稳定和限制最高转速，而在怠速和最高转速之间的转速范围内不参与动作。喷油泵的燃油量由加速踏板直接控制。

全程式调速器除维持怠速稳定和限制最高转速外，在怠速和最高转速之间的所有转速下都参与油量控制，维持工作转速稳定。

最高转速调速器仅限制最高转速。

复合调速器既可作为两极式调速器，又可作为全程式调速器。

216. 什么是单极式调速器?

如图1-50所示，调速器轴由曲轴驱动旋转，其轴端的十字架上由铰链连接着两个飞块，飞块和调速器轴一起旋转产生的离心力，通过推力杆作用在滑杆的右端面上，有使滑杆推向左端的趋势；另外，调速器弹簧在安装时有预加的压缩力，压缩力作用在滑杆的左端面上，将滑杆推向右端，滑杆的左端通过杆件与喷油泵的调节齿条相连，齿条向右移，增加供油量，齿条向左移，减少供油量。

调速器弹簧的预加压力是固定的，故单极式调速器只能限制柴油机的一种转速，而

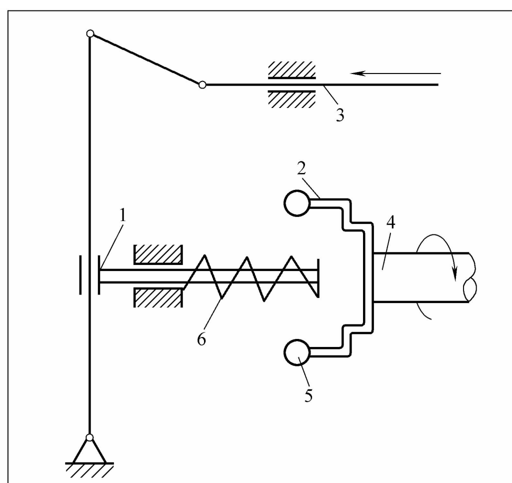


图1-50　离心单极式调速器

1—滑杆　2—推力杆　3—喷油泵齿条　4—调速器轴　5—飞块　6—调速弹簧

限制的转速决定于弹簧力的大小。如果调速器中安装有预紧力的调速弹簧，或者调速弹簧的弹力可以由驾驶人在工作中进行操纵，则调速器就可以使柴油机在最高和最低转速之间的任一转速下稳定运转。全程式调速器就是根据这个原理制成的。

1）当外界负荷减少时，柴油机的转速升高，飞块在离心力的作用下向外甩开，克服弹簧的压力，迫使飞块推力杆推动滑杆向左移动，杠杆左摆，拉动油泵齿条向左，以减少供油量，使柴油机不能继续提高。

2）当外界负荷增大时，柴油机的转速降低，飞块向里收拢，弹簧的作用力大于飞块的离心力，滑杆向右移动，使杠杆右摆，拉动油泵齿条向右，以增加供油量。此时，柴油机转速上升，直到离心力和弹簧力再一次平衡，从而使柴油机保持在一定转速下工作。

217. 机械离心全程式调速器的结构是怎样的?

机械离心全程式调速器的结构形式很多，有与柱塞式喷油泵配套的，也有装在分配式喷油泵体内的，但原理基本相同。

机械式离心全程式调速器的基本结构如图1-51所示。



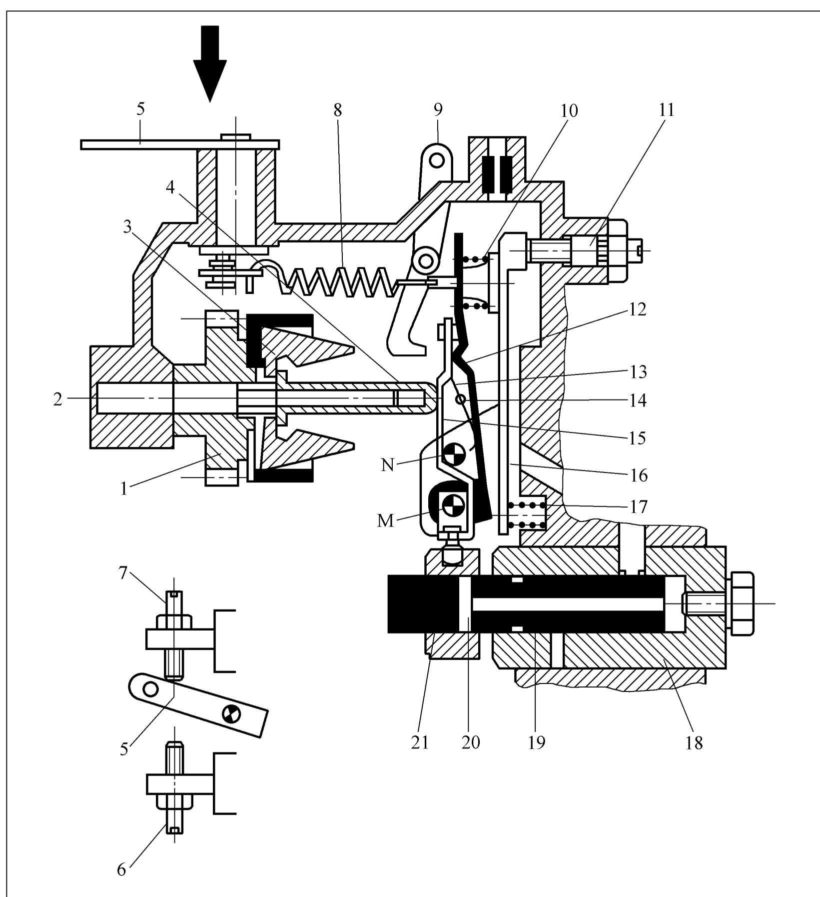


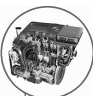
图 1-51　VE 型分配泵机械式离心全程式调速器

1—调速器传动齿轮　2—飞锤支架　3—飞锤　4—调速套筒　5—调速手柄　6—怠速调节螺钉　7—最高速限制螺钉　8—调速弹簧　9—停车手柄　10—怠速弹簧　11—最大供油量调节螺钉　12—张力杠杆　13—起动弹簧　14—张力杠杆挡销　15—起动杠杆　16—导杆　17—回位弹簧　18—柱塞套　19—分配柱塞　20—泄油孔　21—供油量调节套筒

VE 型分配泵调速器在飞锤支架上装有 4 个飞锤，飞锤通过止推片推动调速套筒移动。张力杠杆、起动杠杆和导杆组成调速器杠杆系统。这 3 个杠杆通过销轴 N 连在一起并可分别绕销轴 N 摆动。导杆通过销轴 M 固定在分配泵体上。起动杠杆的下端是球头销，嵌入供油量调节套筒的凹槽中。当起动杠杆摆动时，球头销将拨动供油量调节套筒，改变其与分配柱塞上的泄油孔的相对位置，从而改变分配柱塞的有效行程。张力杠杆上端通过怠速弹簧与调速弹簧连接，调速弹簧的另一端挂在调速手柄的销轴上。导杆的下端受回位弹簧的推压，使其上端靠在最大供油量调节螺钉上。

218. 两极式（RQ 型）调速器的结构是怎样的？

两极式（RQ 型）调速器示意图如图 1-52 所示。RQ 调速器喷油泵的凸轮轴通过一减振装置驱动调速器轴套，带有双臂杠杆的两飞锤支撑于调速器轴套的两侧。每个飞锤都有一组自己的弹簧组件。当飞锤在离心力作用下向外飞张时，双臂杠杆将飞锤的径向运动变成滑套的轴向运动。滑套由于安装在导



向销上，所以只能做直线运动。滑套将飞锤速度感应装置与杠杆连接起来，杠杆的底部与滑块连接。在杠杆的中部有一滑动柱塞导向，滑动柱塞的运动直接由与负荷调节手柄同轴的曲柄控制。负荷调节手柄直接由手工或通过连杆由加速踏板控制。当负荷调节手柄位置改变时，滑动柱塞移动，调速杠杆绕滑块上的支点转动。当调速器起作用时，滑动柱塞变成了杠杆的转动支点。

滑动柱塞运动时，杠杆比可变，这样即使在低速范围内、飞锤离心力较小的情况下，仍然有足够的作用力调节控制齿杆。

调速器的维修和喷油泵的维修都必须由专业人员在调试试验台上来完成。

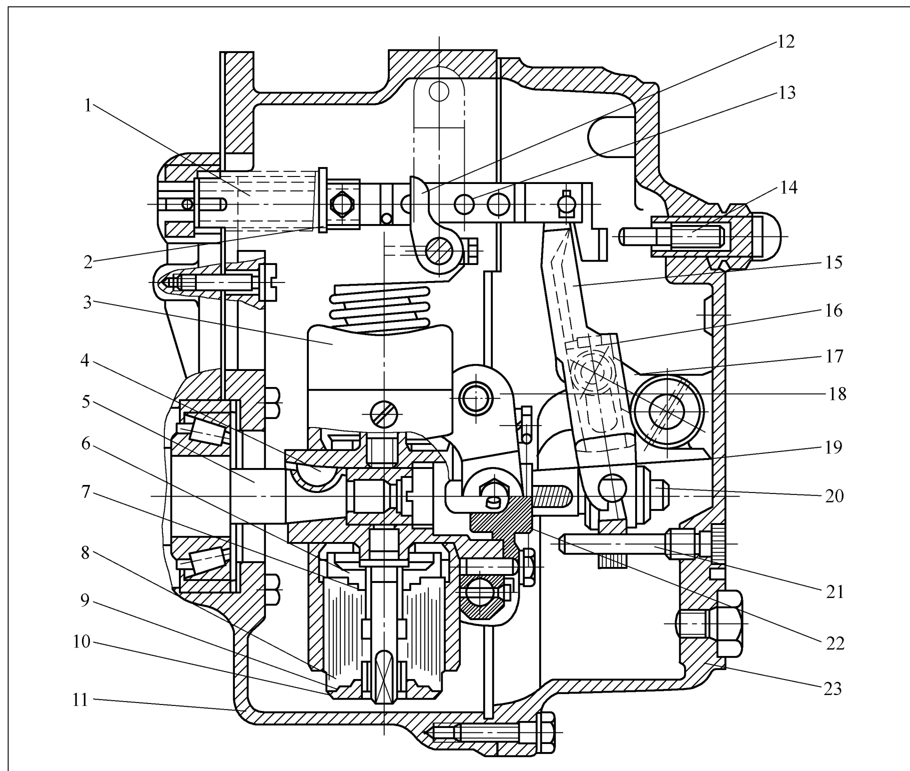


图 1-52　两极式（RQ 型）调速器示意图

1—控制杆　2—叉形连接杆　3—飞锤　4—键　5—凸轮轴　6—内弹簧座　7—内弹簧　8—中间弹簧　9—外弹簧　10—外弹簧座　11—调速器壳　12—停止杠杆　13—停止杠杆销　14—减振器弹簧总成　15—浮动杠杆　16—滑动块　17—滑动支承杠杆　18—角形杠杆　19—转矩校正器　20—移动销总成　21—导销　22—导套　23—调速器盖

219. 两极式（RQ 型）调速器起动工况是怎样的？

起动柴油机时，加速踏板的位置在柴油机的说明书中有规定。在外界环境温度较低时，起动柴油机所需的油量可以通过将加速踏板踩到底来获得。通常，加速踏板在低速位置时的供油量足以起动已经暖机的柴油机，在此种情况下如将加速踏板踩到底反而会产生黑烟。

220. 两极式（RQ 型）调速器怠速工况是怎样的？

柴油机起动着车加速踏板放松后，负荷调节手柄回到怠速位置。与此同时，调速器开始起作用，齿杆处于低怠速位置。在此工况下，喷油泵所供应的油量仅用于克服柴油机内部阻尼及驱动柴油机附属设备，柴油机

处于某一稳定的怠速。

221. 两极式（RQ 型）调速器部分负荷工况是怎样的?

部分负荷工况（半负荷）是指柴油机处于空载和全负荷之间。驾驶人踩下加速踏板，油量加大，调速器飞锤向外甩开，这意味着调速器试图阻止柴油机转速升高。但当柴油机转速超过怠速少许时，飞锤已经抵靠内弹簧座。该弹簧座受到高速弹簧的作用，由于高速弹簧的预紧力很大，在调速器高速起作用前飞锤保持在该位置。这样，在怠速和高怠速之间，调速器不起作用，加速踏板的位置直接控制齿杆，即柴油机转矩。

222. 两极式（RQ 型）调速器转矩校正工况是怎样的?

转矩校正装置安装于调速器飞锤内部内弹簧座和高速弹簧之间，即弹簧保持器内。该保持器的外部支撑高速弹簧，这样转矩校正装置在最高转速调节时参与调速器工作。内弹簧座和弹簧保持器之间的间隙代表转矩校正行程，该行程可用垫片进行调整。

223. 两极式（RQ 型）调速器高速作用工况是怎样的?

当柴油机转速超过额定转速后，飞锤产生的离心力大于高速弹簧的预紧力，调速器产生最高转速调节作用。根据加速踏板的位置，此种情况可能发生在部分负荷至全负荷之间的任意工况。换句话说，当调速器最高转速调节开始之后，齿杆位置不单取决于驾驶人的期望，同时也受到调速器的限制。此时，柴油机负荷如进一步减小，转速将升高，飞锤向外甩开使齿杆行程迅速减小，油量迅速减小，防止柴油机飞车。

224. RAD 两极式调速器是怎么工作的?

（1）工作过程　RAD 调速器结构如图1-53所示，RAD 飞块部件装在凸轮轴 17 上，

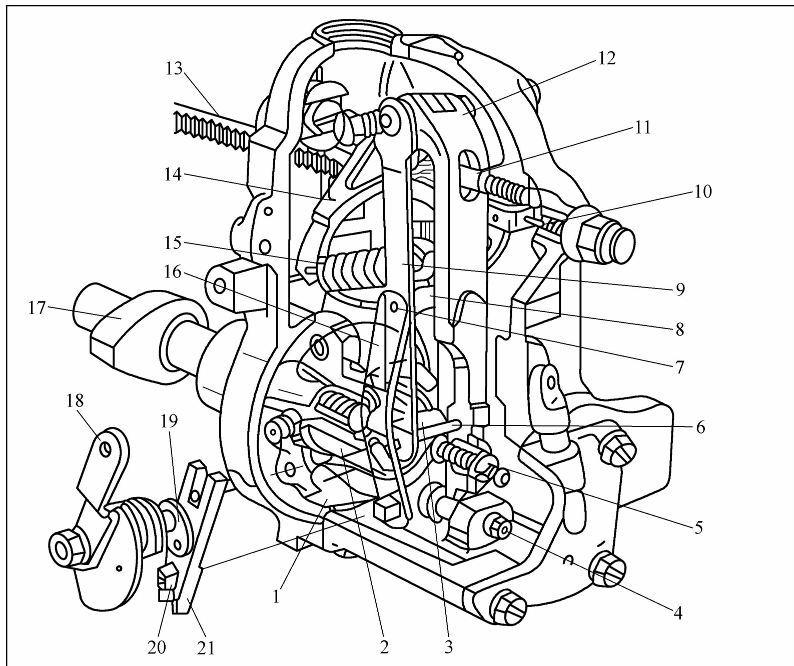
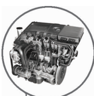


图 1-53　RAD 调速器结构

1—飞块　2—滑动套　3—移动销　4—行程调节螺钉　5—怠速弹簧　6—拨叉销　7—联接轴　8—轴套　9—导动杆　10—稳速装置　11—调速螺钉　12—支撑杆　13—齿杆　14—弹簧臂　15—调速弹簧　16—拉杆　17—凸轮轴　18—油门操纵杆　19—曲柄偏心轴　20—滑块　21—拨叉



凸轮轴旋转时，在飞块1离心力和弹簧力的作用下，滑动套2、移动销3产生轴向位移，移动销的移动使导动杆9绕上支点（即支撑杆销为支点）转动，导动杆中部是空心轴套8，联接轴7滑配在轴套内，两端分别固定着上下拉杆。上拉杆通过连接杆与齿杆13相连，下拉杆的下端装一滑块20，滑块可在拨叉21的下槽内滑动，当油门操纵杆18固定在某一位置时，导动杆的转动将通过上下拉杆等部件的运动使齿杆移动。压在支撑杆12内的拨叉销6装在拨叉21上槽内，拨叉除上下槽外中间还有一孔，曲柄偏心轴19穿入孔内。当支撑杆移动时，拨叉销将带动拨叉，绕曲柄偏心轴旋转。支撑杆上部挂有调速弹簧15，下部装有怠速及校正装置。调速弹簧的另一端挂在弹簧臂14上，调速螺钉11顶住弹簧臂14，调整其位置，可改变调速弹簧预紧力。稳速装置10装在调速器后壳上，与齿杆同一轴线，它有防止突然减速而引起熄火的作用。

（2）RAD调速器控制齿杆行程有两种方式

1）怠速弹簧和高速弹簧作用下的自动控制。

2）在中速范围，通过油门操纵杆的人为控制。低速自动控制时支撑杆不动，高速自动控制时支撑杆移动并带动其他杠杆的变动。

225. RFD调速器是怎样工作的？

RFD调速器是在RAD调速器的基础上发展起来的全速两速调速器，RFD调速器既可作两速用，又可作全速用。

在工作时如作两速使用，将调速操纵手柄固定在全油门位置，通过怠速限位螺钉使调速操纵手柄紧靠高速限位螺钉，使调速弹簧预紧力最大，这时调速弹簧相当于RAD调速器中的高速弹簧，只有超过标定转速后才能克服高速弹簧预紧力而起作用。这时怠速限位螺钉只起到顶紧并固定调速手柄的作用，保证调速弹簧预紧力一直处于最大状态，无其他用途。怠速弹簧与RAD调速器一样，装在拉力杆下部，与校正弹簧串联，仅在柴油机怠速时起控制作用。在整个宽阔的中速范围，由驾驶人直接操纵油门手柄进行控制，这与RAD调速器一样，操纵时是在无调速弹簧的作用下进行，因此，操纵轻便省力，可以减轻驾驶人的疲劳。工程汽车行驶时，RFD调速器具有与RAD相同的附加杠杆比，可保证有较好的怠速稳定性。

在全速工作时，应将油门操纵手柄紧靠大油门挡钉并固定其位置，而后使怠速限位螺钉后退至与调速手柄紧靠，正处于怠速位置后将其固定。这时相当于RSV调速器的油量调节螺钉固定在全油门位置，操纵调速手柄与RSV调速器一样，在不同的手柄位置时，调速弹簧倾角及拉伸量的改变使弹簧预紧力也相应变化，从而得到不同的调速器起作用转速。为获得全速调速的功能，用以进行工程作业，RFD采用了与RSV调速器相同的工作原理，但无RSV调速器那种可变调速率装置，工作时只要改变调速手柄位置就能起到全程调速的作用。

226. 怎么检验喷油器的密封性？

1）拧动调整螺钉，使调压弹簧的压力略高于喷油器的启喷压力。

2）压动试验器手柄，测量油压升至20MPa，再下降到18MPa所用的时间，应不少于9~12s，表明针阀偶件密封性较好，否则，表明针阀偶件密封性变差。应注意这时的油管接头处不能有漏油现象。

3）喷孔周围若有油滴出现，则表明针阀锥面密封不良。

4）清洗后再进行试验，若仍达不到要求，应更换针阀和阀体。

227. 怎么检查喷油器压力？

用手柄泵泵油检查喷油器喷油压力，当开始喷油时，压力表所指的数值即为喷油压



力数值。压力应与原厂规定数值相符，如CA6110A柴油机喷油器压力为22MPa。

如压力过高或过低，可拧松喷油器上端的锁紧螺母，然后拧动调整螺钉进行调整，以改变调压弹簧对顶杆的压力，使之达到正常的喷油压力。如压力不够，可旋入调整螺钉。如果压力过高，则旋出调整螺钉。调好后，应拧紧锁紧螺母。各缸喷油器的喷油压力数值应尽量调整一致，一般相差不超过245kPa。

228. 怎么检验喷油器喷油质量?

喷油器在标准压力范围时，以60~70次/min的速度压动试验器手柄，结果应符合下列要求：

1）喷出燃油应成雾状，分布均匀而且细密，不应有明显的飞溅油粒，没有肉眼可见的油流或油滴，不应有连续的油珠或局部浓稀不均匀等现象。

2）喷油开始和终了应明显，不应有滴油现象，喷油干脆并伴有清脆、连续的响声。

3）喷孔口不许有滴油现象，但允许有湿润。

229. 怎么就车检查喷油器?

就车检查喷油器应从两个方面进行检查：喷油器开始喷射的压力；喷油器密封情况。

（1）就车检查喷油开始压力

1）用压力校正计检查。将压力校正计安装在喷油泵上，先松开压力校正器转把，使喷油泵供油，逐渐拧紧转把，直到被检查的喷油器和压力校正计喷油嘴同时喷油为止。此时，压力校正计上的刻度读数就是被检查的喷油开始压力。

2）用一个三通管接头连接好。使喷油泵供油，观察比较两喷油器的喷油情况。

如果需要检验的喷油器的喷油压力低于标准喷油器时，必然是它喷油，而标准喷油器不喷油；如果需要检验的喷油器的压力高于标准喷油器时，必然是标准喷油器喷油而另一个不喷油。该喷油器的喷油压力过高或过低都应进行调整。调整待检验的喷油器的调压螺钉，改变喷油压力，使两个喷油器同时喷油，则表示两者喷油压力相同，从而得到了正确的调整。同时，还可观察两个喷油器所喷出的油束形状、角度大小、喷注雾化情况、喷射距离等以做比较，判断需要检验的喷油器工作情况。

采用此方法使用的标准喷油器必须与被测喷油器同一型号。

（2）就车检查喷油器密封情况　拆下靠喷油泵一端的高压油管，插入盛有油的杯中，使柴油机空转，若油杯中有气泡冒出，说明针阀偶件不密封，如图1-54所示。

230. 分配式喷油泵是怎样的?

分配式喷油泵的全称是机械控制轴向柱塞转子式分配泵，简称分配泵，又叫VE泵。

装用分配泵的柴油机各缸共用一套高压柱塞偶件，采用柱塞往复运动供油，柱塞旋转运动配油。因此，不需要进行各缸供油量均匀性和供油间隔角的调整，便于维修。

231. PT喷油泵是怎样的?

PT喷油泵供油系统是康明斯柴油机研发首用的，由于系统的调节要素是压力（Pressure）和时间（Time），故称为PT喷油泵供油系统。

该系统应用在康明斯N、K系列及其他型号的柴油机上。红岩CQ30290汽车装用的是康明斯NT855型柴油机，柴油供给系统采用PT喷油泵。使用PT喷油泵的康明斯柴油机喷油压力高、排气烟色好，在重型工程车辆上应用得相当广泛。

与一般柴油机的柴油供给系统相比，PT喷油泵柴油供给系统在组成、结构及工作原理上有很大不同。PT泵柴油供给系统的工作特点，是以压力和时间变化来调节供油量，以满足柴油机各工况的要求。

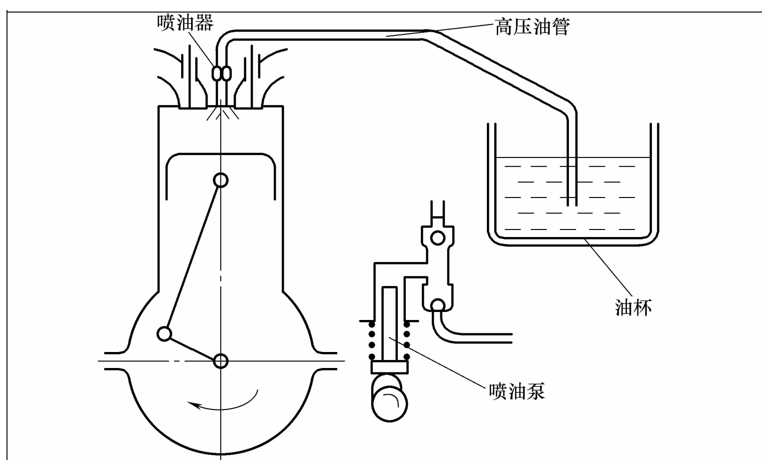


图 1-54　喷油器的密封性检查

232. 增压补偿器的结构是怎样的？有什么作用？

（1）作用

1）增压柴油机装有增压补偿器后，进气压力升高时，能自动加大有效行程，使供油量得到一定的补偿。当转速降低，涡轮增压柴油机达到低速时，进气压力、进气量急剧下降，如不迅速减油，会因油量过大而冒黑烟。

2）在低速时能自动减小有效行程，使油泵快速减油，所以补偿器又具有负校正的功能，实质上又是一种负校正装置。它能协调涡轮增压柴油机高、低速油量要求相差过大的矛盾，满足不同工况的要求。

（2）结构　增压补偿器结构示意图如图 1-55 所示。膜片 1 是增压补偿器的感应元件，

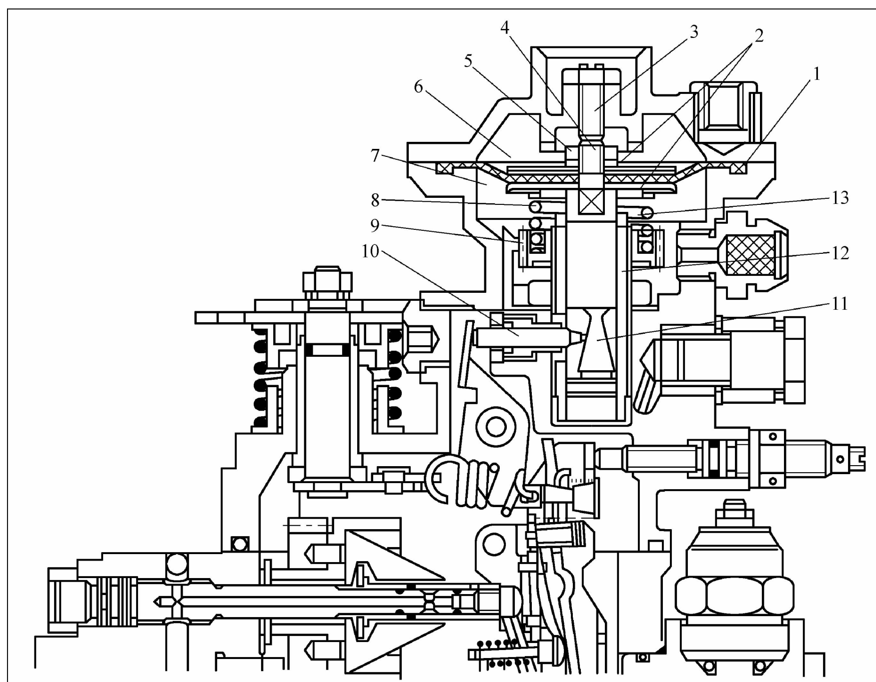


图 1-55　增压补偿器结构示意图

1—膜片　2—夹盘　3—调整螺钉　4—膜片螺钉　5—螺母　6—上腔　7—下腔
8—膜片弹簧　9—调整齿轮　10—传动销　11—膜片轴　12—轴套　13—调整垫片



夹持在两块夹盘2中间，由螺母5紧固在膜片轴11上，并把整个增压补偿器分隔成上下两个空间，即上腔6和下腔7。其中，上腔与柴油机进气管相通，使膜片上部承受与进气相等的压力。顶部的调整螺钉3用以调整低速、小负荷时的供油量。下腔与大气相通，内有膜片弹簧8，弹簧力直接作用在膜气部件上。调整齿轮9既是弹簧下座，又能调节膜片弹簧的预紧力。膜片轴11由两部分组成，上部圆柱为导向部分，下部为偏心锥体部分。工作时膜片轴能在轴套12内上下移动，移动时由于传动销10与膜片轴的圆锥部分不同直径处接触，通过一组杠杆机构，可以改变工作中的动态供油量。当转动膜片轴时，由于偏心的影响，能改变静态的起始供油位置。

233. 油水分离器的作用是什么？

如果柴油中存在水和杂质，燃油系统的零件会因柴油内的水而腐蚀生锈，从柴油中除去水分对燃油系统无故障工作和延长使用寿命是相当重要的。在一些柴油机上，燃油箱和输油泵之间装设油水分离器。油水分离器的功用是滤掉柴油中的部分杂质，除去柴油中的水分。油水分离器由手压膜片泵、液面传感器、浮子、壳体和盖等组成。

柴油经进油口进入分离器，并经出油口流出。柴油中的水分在分离器内从柴油中分离出来并沉积在壳体的底部，浮子随着积水的增多而上浮。当浮子达到规定的放水水位时，液面传感器将电路接通，仪表板上的警告灯发出放水信号，这时驾驶人应及时旋松放水塞放水。手压膜片泵供放水和排气时使用。

例如，解放系列柴油车用燃油粗滤清器就是一个具有油水分离作用的滤清器。它是一个网式滤芯透明沉淀杯，连接在燃油箱和输油泵之间，可以滤去柴油中较大颗粒的杂质并起到油水分离器的作用。该滤清器杯体透明，可以看清杯中的杂质和水分，便于保养更换。这种形式的油水分离滤清器在汽车上应用得比较普遍。

234. 什么是电控柴油机？

（1）特征　电控柴油机的电控喷射系统是通过控制喷油时间来调节出油量大小的，而柴油机喷油控制则是由发动机的转速和加速踏板位置（油门拉杆位置）来决定的。

（2）基本原理　电控系统柴油机基本原理是计算机根据转速传感器和油门位置传感器的输入信号，首先计算出基本喷油量，然后根据冷却液温度、进气温度、进气压力等传感器的信号进行修正，再与来自控制位置传感器的信号进行反馈修正，从而确定最佳喷油量。

（3）基本组成　电控柴油喷射系统由传感器、ECU（计算机）和执行机构3部分组成。其任务是对喷油系统进行电子控制，实现对喷油量以及喷油定时随运行工况的实时控制。采用转速、温度、压力等传感器，将实时检测的参数同步输入计算机，与已储存的参数值进行比较，经过处理计算，按照最佳值对喷油泵、废气再循环阀、预热塞等执行机构进行控制，驱动喷油系统使柴油机运作状态达到最佳。

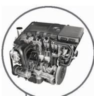
235. 什么是高压共轨？

高压共轨发动机的燃油系统构成示意图如图1-56所示。高压共轨系统主要由电控单元、高压油泵、油轨及高压油管、电控喷油器以及各种传感器等组成。

1）高压共轨的含义是几个喷油器共用一个高压油轨。轨内的压力由高压泵建立。

2）在此喷油系统中，消除了传统供油系统中压力的产生与燃油喷射彼此间的相互影响，喷油压力的产生不完全依赖于发动机转速与喷油量，燃油在压力下储存在高压油轨中随时准备喷油。

3）高压共轨电控柴油机的工作完全由ECU控制。ECU根据当前发动机的转速、冷



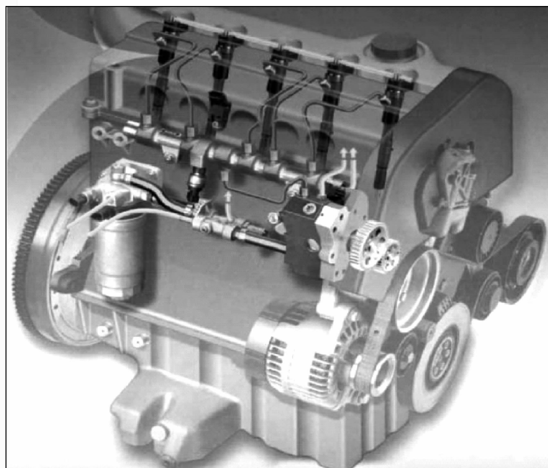


图 1-56　高压共轨发动机的燃油系统构成示意图

却液温度、大气压力及驾驶人要求、油门位置等情况来确定发动机的运行工况。

4）由于高压共轨电控系统为发动机提供了理想的空气/燃油混合，因此更加满足柴油机排放法规的要求。与传统柴油机相比，它使得整车的噪声控制、驾乘舒适度，动力性、排放性能等都得到大幅度的提高。

236. 高压共轨系统是怎样工作的？

压燃油泵将燃油输入高压油泵，高压油泵将燃油加压送入高压油轨，高压油轨中的压力由电控单元根据油轨压力传感器测量的油轨压力以及需要进行调节，高压油轨内的燃油经过高压油管，根据机器的运行状态，由电控单元确定合适的喷油定时、喷油持续期，由电液控制的电子喷油器将燃油喷入气缸。

237. 高压共轨系统的低压油路的主要零部件有哪些？

低压油路为高压油路供给足够的油量，其中最重要的零部件有油箱、低压回路的进出油管、燃油滤清器、高压油泵中的输油泵、高压油泵的低压区。

238. 高压共轨系统的高压油路的主要零部件有哪些？

除了产生高压外，燃油分配和燃油计量也在高压部分，其中重要的零部件有配有关闭阀和高压控制阀的高压泵、油轨、油轨压力传感器和喷油器。

柴油发动机高压共轨系统组成如图 1-57 所示。

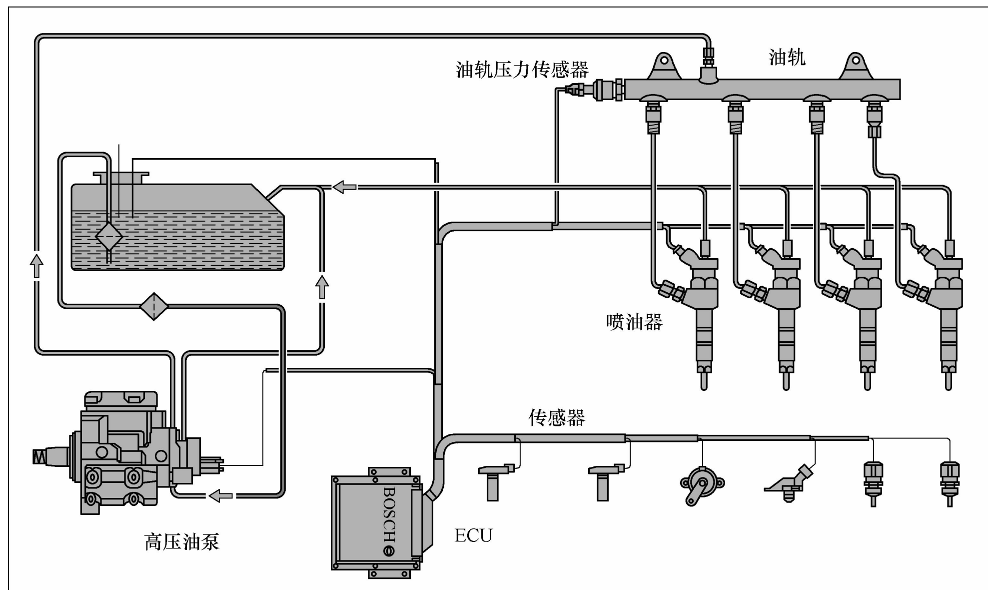


图 1-57　柴油发动机高压共轨系统组成示意图

239. 高压油泵是怎样工作的？

（1）组成　高压油泵集成低压齿轮式输油泵、3个带油泵柱塞的高压泵油组件和油量控制阀为一体，如图1-58所示。

（2）工作原理　输油泵将燃油从油箱泵起，经过一个带有油水分离的滤清器，通过进油管进入高压泵。输油泵使燃油经泄压阀的节流孔，进入高压泵的润滑和冷却回路。凸轮轴使3个泵的柱塞按照凸轮的外形上下运动。

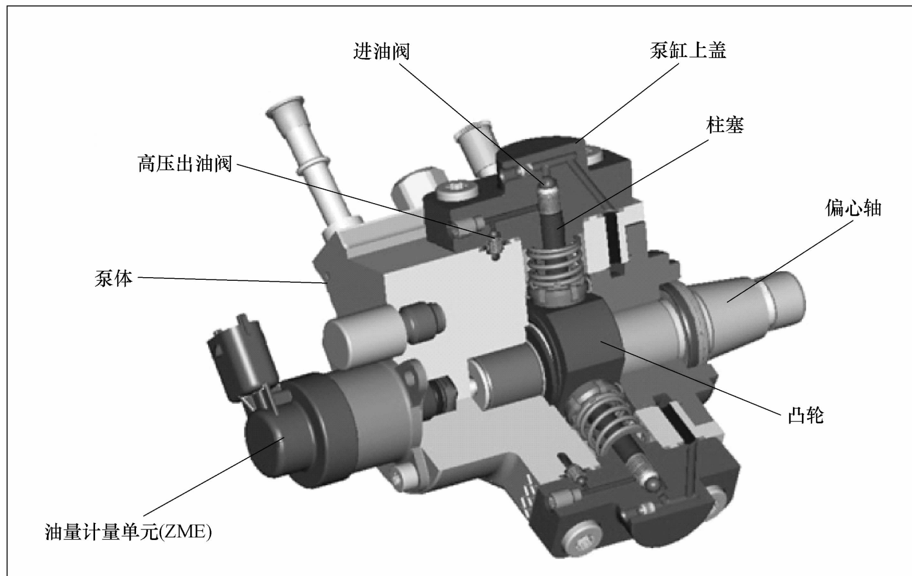


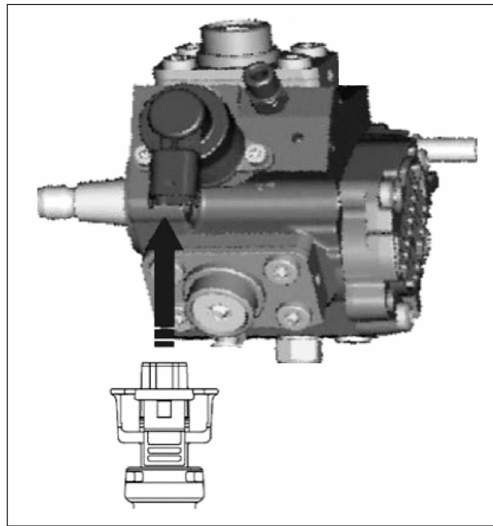
图1-58　高压油泵

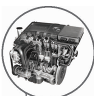
1）供油油压超过泄压阀的开启压力，输油泵能使燃油经高压泵进油阀进入柱塞腔，高压泵的柱塞正向下运动（吸油行程），当柱塞经过下止点时，进油阀关闭。这样，柱塞腔内的燃油就不可能泄漏了，它将被以高于供油压力的油压压缩。

2）油压的升高使出油阀打开，达到共轨压力时，被压缩的燃油就进入了高压循环（油路）。柱塞继续供给燃油，直至到达上止点（供油行程），上止点后，压力减小，导致出油阀关闭，仍然在柱塞腔内的燃油压力也随之下降，柱塞（泵油塞）又向下运动。只要柱塞腔内的压力降至低于供油泵的供油压力时，进油阀又开启，泵油过程又开始。

240. 比例阀有什么重要作用？

高压油泵中有一个控制进入高压油轨油量的进油计量比例阀，缩写为MPROP或ZME，如图1-59所示。


图1-59　比例阀



进油计量比例阀安装在高压油泵的进油位置，用于调整燃油供给量和燃油压力值。而其调整要求受ECU控制。在控制线圈没有通电时，进油计量比例阀是畅通的，可以提供最大流量的燃油。ECU通过脉冲信号改变高压油泵进油截面积而增大或减小油量。

241. 电控发动机油轨结构是怎样的？

油轨前端装有油轨压力传感器，油轨（图1-60）上有一个管接头通过高压油管与高压油泵连接、4个管接头通过高压油管与喷油器连接。

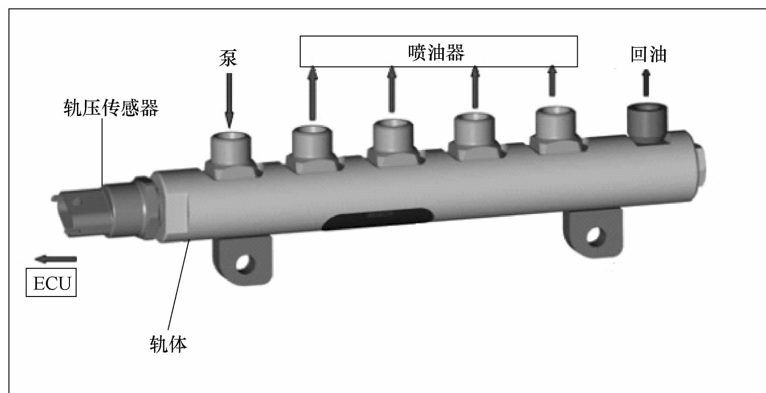


图1-60　油轨

242. 电控喷油器的工作过程是怎样的？

（1）组成　喷油器由孔式喷油嘴、液压伺服系统和电磁阀等一系列功能部件组成。

（2）工作过程　燃油来自于高压油轨，经通道流向喷嘴，同时经节流孔流向控制腔，控制腔与燃油回路相连，途经一个泄油孔，泄油孔的开关由电磁阀进行控制。

泄油孔关闭时，作用于针阀控制活塞的液压力超过了它在喷嘴针阀承压面的力，针阀被迫进入阀座且将高压通道与燃烧室隔离，密封。当喷油器的电磁阀被触发，泄油孔被打开，从而引起控制腔的压力下降，活塞上的液压力也随之下降，一旦液压力降至低于作用于喷嘴针阀承压面上的力，针阀被打开，燃油经喷孔喷入燃烧室。

这种对喷嘴针阀的不直接控制采用了一套液压力放大系统，因为快速打开针阀所需的力不能直接由电磁阀产生，所谓的打开针阀所需的控制作用，是通过电磁阀打开泄油孔使得控制腔压力降低，从而打开针阀。

燃油还在针阀和控制柱塞处产生泄漏，泄漏的燃油经连接回油管，会同高压泵和压力控制阀的回油流回油箱。

243. 电控喷油器的工作原理是怎样的？

（1）喷油器信号控制　喷油器根据ECU发出的信号，将共轨管中的加压燃油以最佳的喷射正时、喷射量、喷射率和喷射方式喷射到发动机燃烧室中。

如上海柴油发动机公司的柴油发动机使用TWV（双向阀）和量孔对喷射进行控制。TWV对控制室中的压力进行控制，从而对喷射的开始和结束进行控制。量孔可通过限制喷嘴打开的速度来控制喷射率。

（2）控制活塞的作用　控制活塞通过将控制室压力传递到喷嘴针阀来将阀打开和关闭。

（3）针阀控制　当喷嘴针阀打开时，喷嘴将燃油雾化并进行喷射。

喷油器喷射示意图如图1-61所示。

244. 什么是无喷射（阶段）？

当TWV未通电时，它切断控制室的溢



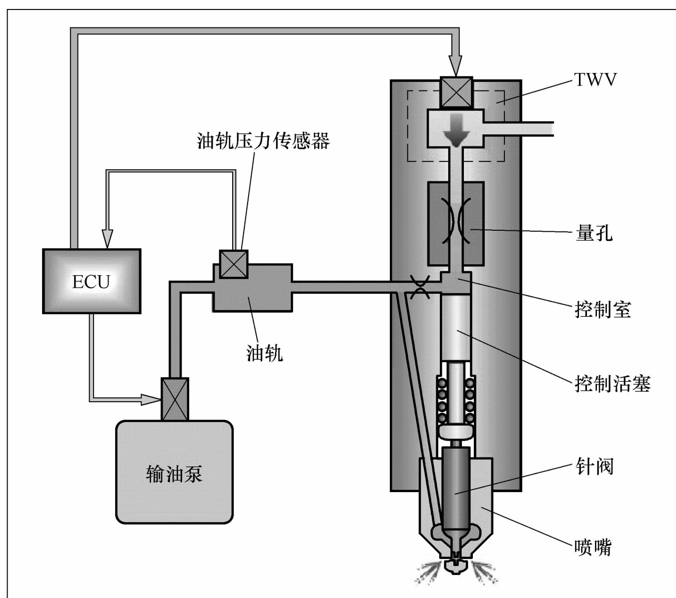


图 1-61 喷油器喷射示意图

流通道，因此控制室中的燃油压力和施加到喷嘴针阀的燃油压力为同一油轨压力。从而，喷嘴针阀由于控制活塞的承压面和喷嘴弹簧力之间的差别而关闭，燃油未喷射。

喷油器通过控制室中的燃油压力来控制喷射。TWV 通过对控制室中的燃油泄漏进行控制，从而对控制室的燃油压力进行控制。TWV 随喷油器类型的不同而改变。

245. 什么是喷射（阶段）?

当 TWV 通电开始时，TWV 阀被拉起，从而打开控制室的溢流通道。当溢流通道打开时，控制室中的燃油流出，压力下降。由于控制室中的压力下降，喷嘴针阀处的压力克服向下压的力，喷嘴针阀被向上推，喷射开始。当燃油从控制室泄漏时，流量受到量孔的限制，使喷嘴逐渐打开，喷射率也随之升高。随着电流被继续施加到 TWV，喷嘴针阀最终达到最大升程，从而实现最大喷射率。多余燃油通过回油的路径返回到燃油箱。

246. 什么是喷射结束（阶段）?

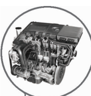
TWV 通电结束时，阀下降，从而关闭控制室的溢流通道。当溢流通道关闭时，控制室中的燃油压力立即返回油轨压力，喷嘴突然关闭，喷射停止，喷射结束（阶段）。

247. 喷油器驱动电路是怎样的?

为了改善喷油器的敏感度，将驱动电压变为高电压，从而加速电磁线圈磁化和 TWV 响应。ECU 中的 EDU 或充电电路将各自的蓄电池电压提高到大约 100V，通过 ECU 发出的驱动喷油器的信号而施加到喷油器上（图 1-62）。

248. 电控柴油机燃油喷射是怎么控制的?

电控燃油喷射系统比传统型喷射泵上使用的机械式调速器或正时器能更好地控制燃油喷射量和喷射正时。发动机控制器根据位于发动机和车辆上的传感器发出的信号进行必要的计算。然后，ECU 控制施加到喷油器上电流的正时和持续时间，从而获得最佳喷射正时和喷射量。燃油喷射量控制示意图如图 1-63 所示。



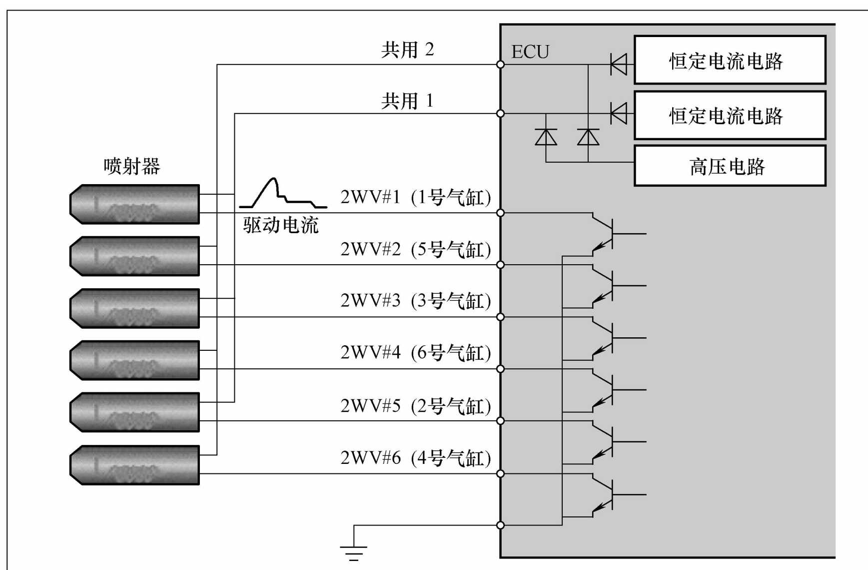


图 1-62　喷油器驱动电路

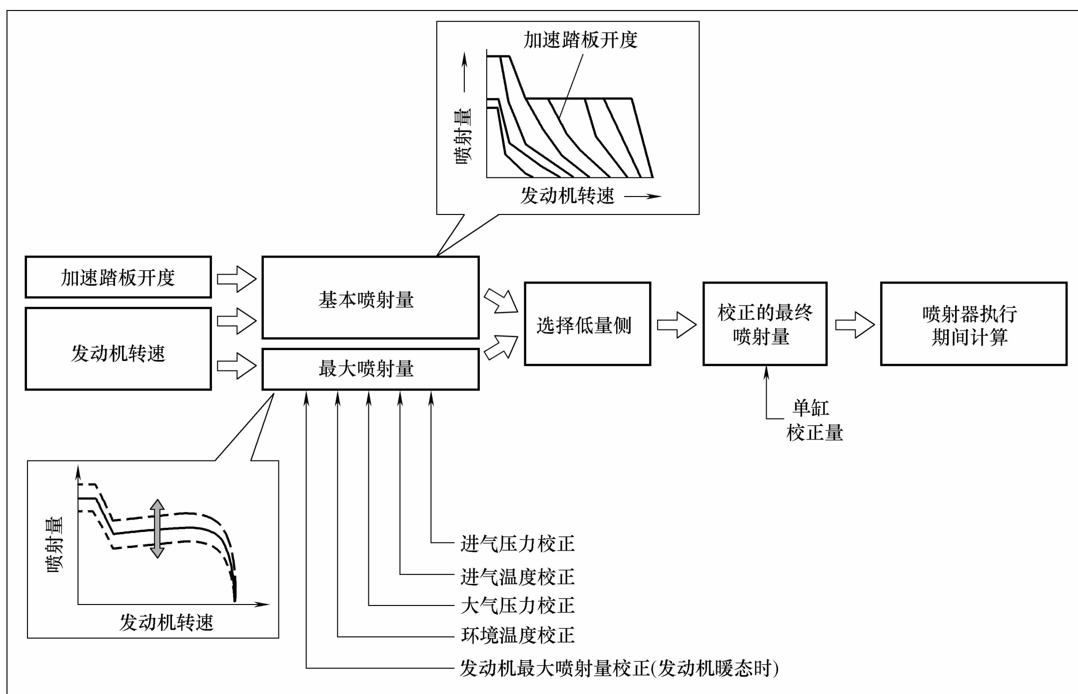


图 1-63　燃油喷射量控制示意图

249. 燃油喷射控制有哪些类型？

燃油喷射控制有以下几种：

1）燃油喷射量控制。

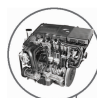
2）燃油喷射正时控制。

3）燃油喷射率控制。

4）燃油喷射压力控制。

250. 什么是燃油喷射量控制？

燃油喷射量控制可取代传统型喷射泵中的调速器。它根据发动机转速和加速踏板开度信号实施控制，从而获得最佳喷射量。



251. 什么是燃油喷射正时控制？

燃油喷射正时控制可取代传统型喷射泵中的正时器的功能。它根据发动机转速和喷射量进行控制，从而获得最佳喷射正时。

252. 什么是燃油喷射率控制？

燃油喷射率控制功能用来控制一定单位时间内喷油器量孔喷射的燃油量的速度。

253. 什么是燃油喷射压力控制？

燃油喷射压力控制使用油轨压力传感器来测量燃油压力，并将数据提供给发动机控制器，从而实现对泵供油量的控制。

254. 喷射量是怎么计算的？

喷油量的计算包括将以下两个值进行比较：

1）调速器模式下由加速器位置和发动机转速计算得出的基本喷射量。

2）通过向最大喷射量添加不同类型的校正，由发动机转速得出的喷射量。

两个喷射量中较小的用作计算最终喷射量的基数。

255. 什么是基本喷油量？

基本喷油量由发动机转速和加速踏板开度决定。当发动机转速恒定时，如果加速踏板开度增加，则喷射量增加；当加速踏板开度恒定时，如果发动机转速增加，则喷射量降低。

256. 什么是起动喷油量？

起动喷油量的数量由发动机起动时的基本喷射量和起动机开关 ON 时间、发动机转速和冷却液温度增加的校正来决定。如果冷却液温度低，则喷射量增加。当发动机完全起动时，起动喷油量模式被取消。

257. 什么是最高转速设定喷射量？

最高转速设定喷射量由发动机转速决定。对喷射量进行限制，目的是防止发动机转速过度增加（超速）。

258. 什么是最大喷射量？

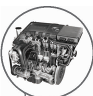
最大喷射量由发动机转速和冷却液温度、燃油温度、进气温度、大气温度、进气压力、大气压力增加的校正所确定的基本最大喷射量来决定。

259. 如何校正基本喷油量？

基本喷油量的校正见表 1-4。

表 1-4　校正基本喷油量

项目	说明	图示/示意图
发动机最大喷射量校正（发动机暖态时）	当冷却液温度低时，不管是否在起动期间或正常工作期间，该校正将增加喷射量	喷射量；O；发动机转速
进气压力校正	当进气压力低时，最大喷射量得到限制，从而减少了黑烟的排放	喷射量；进气压力校正量；O；发动机转速



（续）

项目	说明	图示/示意图
大气压力校正	最大喷射量根据大气压力的不同而增加和降低。当大气压力高时，最大喷射量增加	
用于加速喷射量延迟校正	加速时，如果加速踏板开度有很大变化，则喷射量将延迟增加，以便防止黑烟排放	

260. 什么是怠速控制？

柴油机怠速运转时，发电机、空调压缩机、动力转向油泵等装置的工作状态变化将引起发动机负荷的变化，从而导致发动机转速的变化，电子控制系统通过反馈信息（电负荷信号，空调请求信号、转速信号等）修正喷油量，把怠速控制在所设定的目标转速值上。

怠速控制下，燃油耗大多随发动机效率及怠速而定。由于在拥挤的交通状况下，汽车的燃油耗由其工况决定，很明显怠速应保持最小值。但是无论在什么工况下必须设定怠速，这样转速在加载时不会下降得太多，以致使发动机不停车，例如加载汽车电气系统时，当空调打开时，当档位正在转换时或者当动力转向装置正在运转时。

为了达到所需的怠速，怠速控制器改变喷油量直至实际发动机速度与所需怠速相同。在这里，所需怠速和调速特性受特定档位及发动机温度（冷却液温度传感器）影响。另外除外部负载力矩外，内部摩擦力矩也必须考虑在内并且通过怠速控制来补偿。这些变化很小并且在汽车使用寿命期间较稳定，并与温度有着紧密的联系。

261. 什么是平稳运转控制？

机械加工误差和磨损会导致发动机各气缸之间输出的转矩出现偏差，从而导致发动机在运行期间特别是怠速运行期间出现不平稳运转。平稳运转调速器可根据每次的燃烧计算转速变化，并进行相互比较。根据测量到的转速差别调节每个气缸的喷油量，使得每个气缸对发动机转矩做出相同的贡献。平稳运转调速器仅在较低转速水平时才会起作用。

在多缸柴油机工作时，即使喷油量控制指令值一致，但由于各缸机械性能的差异，从而引起发动机转速的波动。柴油机电子控制系统通过监控各缸在做功冲程动力输出造成转速的变化，自动修正各缸喷油量指令控制值，降低发动机转速的波动，使发动机平稳运转。

262. 什么是巡航控制（汽车速度控制器）？

巡航控制允许车辆以一个恒定车速被驱动。驾驶人可以通过操纵一个手柄或按压转



向盘的按钮设定要求的车速，此时不需要驾驶人踏下加速踏板，ECU 直接控制喷射的燃油量增加或减小直到达到希望的（设定的）速度。

一旦松开加速踏板，巡航控制又将速度调节回原来设定的速度。同样的如果恒速装置关闭，驾驶人只需按复原键就可以再次选择最新设定速度。

263. 什么是主动喘振衰减?

突然的发动机转矩变化激励车辆的驱动链，从而引起振动。这些振动被驾驶人在加速时作为不满意的周期性变化感觉到，主动喘振衰减（AED）用于减小在加速过程中的这些变化。

急踩加速踏板时，减缓转矩输出，避免动力输出突然加大造成的振动及轮胎打滑。急减速时，引导功能用于避免燃油喷射的急剧减小，防止发动机转速突变造成的冲击。

264. 什么是海拔补偿?

随着海拔升高，大气压力下降。这样使得气缸被充填较少的空气，这意味着喷油量必须相应的减少，否则会有过量的炭烟生成。为了正确的修正高海拔地区的喷油量，ECU 通过装在自身上的大气压力传感器测量大气压力的变化。根据这个测得的大气压力信号，ECU 根据大气压力的变化因素对喷油量进行修正。大气压力对增压压力控制和扭矩限制也会产生影响。

265. 什么是喷油量补偿?

对喷油器供油量补偿（IMA）而言，在喷油器生产过程中对每一个喷油器进行监测并获得大量的测量参数，该数据以数据矩阵码（IQA 码）的形式被粘贴或利用激光刻制在喷油器上。对内嵌压电喷油器而言，升程响应的数据被包括在这个矩阵码内。在车辆制造时该数据被输入 ECU，并在发动机运行时用于补偿计量和开关响应的偏离。因小型车和轻型车对驾驶性和舒适性要求比较高，所以需要更精确地控制平衡的转矩输出（即喷油量）和较低的噪声。所以博世的轻型车和小型车需要输入喷油器的 IQA 码到 ECU，而重型车不用输入 IQA 码。但其他公司的轻型车和重型车都有要求输入 IQA 码的情况，这与喷油器的制造精度有关。

266. 什么是零供油量标定（ZFC）?

在车辆寿命周期内小的预喷射事件的可靠控制对于获得要求的舒适性（通过降低噪声）和尾气排放目标是极其重要的。零供油量标定是对于喷油器喷油量的漂移作一定形式的补偿。为此，第二代、第三代共轨系统在低速条件下非常少的燃油喷射量差异被喷射至某个缸，转速传感器监测由此产生作为发动机转速的微小的动态变化的转矩升高。这个过程对于所有的缸在不同的工作点被重复监测，监测预喷射量的细小变化，并相应的修正对于所有的预喷射事件的喷油器触发时期。相关数据流：轨压标定点 0 的第 N 缸 ZFC 加电时间修正量，轨压标定点 1 的第 N 缸 ZFC 加电时间修正量。

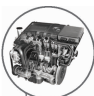
267. 什么是发动机制动功能?

当汽车的发动机制动被应用时，喷射的燃油量被降为零或怠速喷油量，为此，由 ECU 拾取发动机制动开关位置信号。控制单元中具有节流阀自动控制功能，部分车型还设计了进排气门关闭功能，在一定车速，如果 ECU 收到制动信号，则控制可变凸轮机构将进排气门关闭，并停止喷油，使气缸成为一个空气压缩机的状态，增加发动机制动的效果。

268. 发动机 ECU 可以实现哪些控制?

控制器 ECU 的发动机部分能够实现如下控制：

1）喷油方式控制：每工作循环最多能够实现高达 4 次的喷射（目前国Ⅲ柴油机每



循环只用两次——预喷射及主喷射）。

2）喷油量控制：包括预喷油量自学习控制及减速断油控制。

3）喷油正时控制：包括主喷正时、预喷正时及正时补偿。

4）轨压控制：包括正常和快速轨压控制、轨压建立和超压保护、喷油泄压控制以及轨压 Limp home（跛行回家）控制。

5）转矩控制：包括瞬态转矩控制、加速转矩控制、低速转矩补偿、最大转矩控制、瞬态冒烟控制及增压器保护控制。

6）过热保护：当冷却液温度水温、机油温度、进气温度过高时，ECU 会进入过热保护功能，限制发动机功率。

7）各缸平衡控制。

8）EGR 控制。

9）可变截面增压器 VGT 控制。

10）辅助起动控制(电动机和预热塞)。

11）系统状态管理。

12）电源管理。

13）故障诊断。

269. 喷油器开始喷油有哪些必要条件?

喷油器能够开始喷油，必须同时满足下列条件：

1）共轨压力超过最小设定值（大于200MPa，机型不同有所差异）。

2）同步信号正常。

① 曲轴及凸轮轴位置传感器信号不小于触发阈值（与空气间隙和转速有关）。

② 相位正确。

270. 起动时的判缸过程是怎样的?

发动机 ECU 根据电控柴油机曲轴位置传感器及凸轮轴位置传感器的信号，判断柴油机运行的角度相位（也称判缸）并计算柴油机转速。仅在判缸成功后，喷油器才能开始喷油。

（1）正常起动模式（曲轴及凸轮轴位置传感器均正常） 在起动过程中，曲轴信号与凸轮轴信号均正常时，ECU 结合曲轴位置传感器信号盘的缺齿信号与凸轮轴信号盘的多齿信号进行判缸。判缸过程迅速、可靠。

（2）后备模式 1 起动（仅有凸轮轴位置传感器） 起动过程中，若仅有凸轮轴位置传感器信号时，ECU 通过检测凸轮轴位置传感器的判缸齿（第一缸前的多余齿）信号，来确定当前柴油机的正确配气相位，从而可以按照正确的喷油时序喷射，起动过程所需的时间较长。

（3）后备模式 2 起动（仅有曲轴位置传感器） 起动过程中，若仅有曲轴位置传感器信号，当 ECU 检测到曲轴位置传感器的缺齿信号时，先假设柴油机此时处于第一缸压缩上止点前，然后按照此假定的角度相位，依做功顺序持续一定次数的燃油喷射，当发动机的转速超过一定的阈值时，可判定此相位正确，从而判缸成功；若没有转速升高的迹象，则重新假定一相位（改变360°曲轴转角）喷油以判缸，起动过程所需的时间稍长。

271. 起动时的喷油量控制是怎样的?

1）起动喷油量计算过程：起动喷油量 = 基本转矩喷油量 + 补偿转矩喷油量。

2）基本转矩喷油量是柴油机转速与冷却液温度的函数，冷却液温度越低或转速越低，起动油量越大。

当冷却液温度传感器不良时，可能导致起动时出现下列故障：

当冷却液温度高而传感器信号表现冷却液温度低时起动，由于喷油量过多，可能冒烟；当冷却液温度低而传感器信号表现冷却液温度高时起动，由于喷油量过少，可能起动困难。

3）补偿转矩喷油量与车辆行驶所处的海拔有关，即进行高原补偿。

4）起动过程中，ECU 会逐渐增加喷油量，以促进柴油机顺利起动；为了迅速建立轨压，ECU 首先采用大脉宽的开环控制模



式，等到轨压和转速达到某一设定值之后转为 PID 的闭环控制。

272. 什么是电控系统失效策略？

失效策略是指电控系统故障状态下的运行策略。它分为 4 个级别，即一级：缺省值；二级：减转矩；三级：Limp home（跛行回家）；四级：停机。

当发动机处于以下几种情况的时候，控制策略将进入 Limp home 状态：

1）曲轴传感器损坏或信号线路开路、短路。

2）凸轮相位传感器损坏或信号线路开路、短路。

3）共轨油压传感器损坏或信号线路开路、短路。

4）高压油泵燃油量计量阀损坏或驱动线路开路、短路。

5）电子油门传感器损坏或信号线路开路、短路。

273. 曲轴或凸轮轴位置传感器失效策略是怎样的？

（1）诊断依据　ECU 判断曲轴或凸轮轴传感器信号故障，如传感器损坏、信号线损坏（开路或短路）。

（2）ECU 处理措施

1）点亮故障灯。

2）产生故障码 P0008、P00016、P0340、P0341、P0335、P0336。

3）发动机依靠单传感器继续工作。

4）起动时间可能会较正常状况稍长。

5）节气门感觉正常。

6）车辆运行没有明显影响，但油耗和排放可能会变差。

274. 共轨压力传感器失效策略是怎样的？

（1）诊断依据　ECU 判断轨压传感器信号失效、轨压传感器本身损坏、信号线损坏（开路或短路）。

（2）ECU 处理措施

1）点亮故障灯，产生故障码 P0193、P0192。

2）控制器将加大高压泵的供油量。

3）燃油压力超高，限压阀被冲开。

4）实际轨压维持在 700～760MPa 范围内（诊断仪读数 720MPa 左右）。

5）限制发动机转速（小于 1700r/min 左右，通过控制喷油量实现），在限制范围内，加速踏板仍然起作用。

6）关闭点火开关后，燃油压力泄放阀关闭，恢复正常。

7）如发动机起动过程中已进入此策略，则仍能起动且没有明显感觉。

275. 进油计量阀失效策略是怎样的？

（1）诊断依据　ECU 判断进油计量阀驱动失效，如进油计量阀损坏、驱动线路的开路及短路等。

（2）ECU 处理措施

1）点亮故障灯。

2）产生故障码 P0251、P0252、P0253、P0254、P025C、P025D。

3）燃油压力超高，泄压阀被冲开。

4）诊断仪显示轨压位于 70.0～76.0MPa 范围，随转速升高而增大。

5）限制发动机转速（1700r/min 左右，通过控制喷油量实现），在限制范围内，加速踏板仍然起作用。

6）关闭点火开关后，燃油压力泄放阀关闭，恢复正常。

7）如发动机起动过程已进入此策略，则仍能起动且没有明显感觉。

276. 电子节气门失效策略是怎样的？

（1）诊断依据　ECU 判断电子节气门信号错误；节气门接插件脱落；两路节气门信号中任一路出现故障；两路节气门信号不一致；油门开度与制动踏板逻辑关系错误。

（2）ECU 处理措施

1）点亮故障灯。

2）产生故障码 P0123、P0122、P2135、P0222、P0223、P2299。

3）节气门失效，发动机起动后（及随后的运行过程），维持转速（1100r/min 左右）。

277. 冷却液温度传感器失效策略是怎样的？

（1）诊断依据　ECU 判断冷却液温度信号错误，如冷却液温度传感器损坏、冷却液温度传感器信号线损坏（开路或短路）。

（2）ECU 处理措施

1）点亮故障灯。

2）产生故障码 P0116、P0117、P0118。

3）发动机采用缺省冷却液温度 90℃，外特性油量会减小 40%（依据不同机型略有区别），转速限制在 1700r/min 左右，在限制转速范围内，节气门仍然起作用。

278. 减矩失效策略是怎样的？

（1）诊断依据

1）环境空气压力传感器损坏或信号线路开路、短路。

2）增压压力/温度传感器损坏或信号线路开路、短路。

3）轨压传感器信号飘移。

4）油轨压力闭环控制故障。

5）传感器参考电压故障。

（2）ECU 处理措施

1）点亮故障灯，产生相应故障码。

2）在限制范围内，油门仍然起作用。

3）外特性油量会减小到一个固定百分比（目前标定值 × 80%），转速限制在 1700r/min 左右。

279. 停机保护失效策略是怎样的？

（1）诊断依据　ECU 判断出现下述故障：

1）控制器模数转换功能错误。

2）油轨压力持续超高（例如持续 2s 超过 60.0MPa）。

（2）ECU 处理措施

1）点亮故障灯。

2）产生相关故障码。

3）发动机停机。

4）故障状态下无法再次起动。

280. 怠速控制策略是怎样的？

1）计算目标怠速，进行闭环控制以满足目标怠速。

2）影响目标怠速的因素

① 冷却液温度。

② 蓄电池电压。

③ 空调应用情况。

④ 车速的大小（车辆起步的时候提升 50r/min，各档怠速可能不同）。

3）影响怠速闭环参数的因素

① 冷却液温度。

② 负荷的大小。

③ 档位信号。

④ 制动信号（点动制动）。

281. 冒烟限制控制是怎样的？

（1）冒烟限制的目的　对于增压中冷柴油机，由于增压器的迟滞效应或者在进气系统存在故障和泄漏的情况下，在柴油机加速过程中易引起进气量不足，空燃比下降，燃油不能完全燃烧，从而产生冒黑烟的现象。因此，必须根据实际的进气量来对柴油机的喷油量进行限制，以满足空燃比的要求，从而防止在瞬态加速过程中冒黑烟。

（2）冒烟限制控制策略　限制最大喷油量。

（3）冒烟限制的油量计算

冒烟限制油量 = 实际进气量 ÷（基本空燃比 + 校正空燃比）÷ 14.5

282. 柴油机传感器有哪些类型？

不同的发动机机型在传感器类型、规格型号和数量上会有所不同，但其结构原理及



测试方法则是相同的。

电控柴油发动机通常使用的传感器有机油压力和温度传感器、进气温度和压力传感器、冷却液温度传感器、燃油压力和温度传感器、发动机转速传感器、发动机位置传感器、大气压力传感器等 10 多种传感器。这些传感器又可归类为温度传感器、压力传感器和速度位置传感器 3 类。

283. 柴油机二线式热敏式温度传感器工作原理是怎样的?

电控柴油发动机上使用的温度传感器为二线式热敏式温度传感器。随着温度的升高，热敏电阻的阻值降低，正常情况下阻值在 500Ω ~ 40kΩ 之间变化。

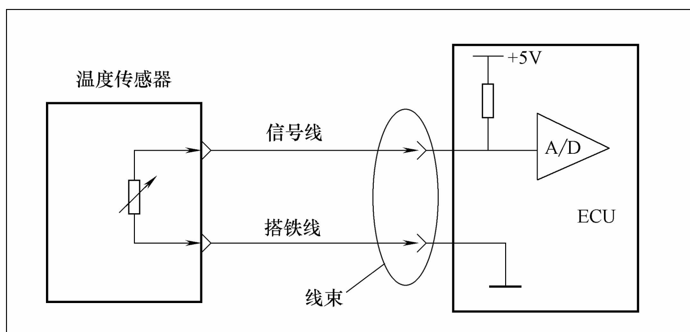


图 1-64　柴油机温度传感器工作原理示意图

随着温度的升高，热敏电阻值降低，从而使信号电压降低，根据温度传感器的工作原理，可以用检查热敏电阻阻值的方法检查温度传感器，通过对比实际测量所得的电阻值和参数表中的电阻值，来判断温度传感器工作情况。柴油机温度传感器工作原理示意图如图 1-64 所示。

284. 怎样检测柴油机温度传感器?

1）先把传感器从线路中断开（即拔下接线插头）;

2）用万用表测量传感器当前温度下的电阻值。这样把测得的电阻值与各发动机厂所给出的技术参数规范相比较，即可判断该温度传感器是否工作正常。

285. 轨道压力传感器起什么作用?

轨道压力传感器将轨道内的燃油压力转换成电信号传递给 ECU，ECU 根据轨压控制进油油量阀的动作。

（1）轨道压力传感器结构　共轨压力传感器如图 1-65 所示，由如下部件构成:

1）焊接到压力装置上的集成传感元件。

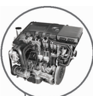
2）具有电子求值电路的印制电路板（PCB）。

（2）轨道压力传感器工作过程　带电子插接头的传感器壳燃油经过共轨上的一个孔流到轨道压力传感器内，在孔的端部由一个传感器皮膜密封。处在高压下的燃油通过一个盲孔抵达传感器皮膜。在这个皮膜上布置着传感器元件（半导体组件），由这个元件将压力转换成电信号。通过导线将产生的这个信号传送到求值电路，它会将信号放大后输送到 ECU。

安装在皮膜上的金属层随着形状的变化，其电阻也会相应发生变化。通过已建立的系统压力而产生的这种形状变化（150.0MPa 压力下约为 1mm）会使电阻发生变化并引起电阻元件组成的 5V 电桥两端的电压发生变化。该电压变化范围在 0 ~ 70mV 之间（取决于施加的压力），并由求值电路放大到 0.5 ~ 4.5V。

286. 油水分离器位置传感器起什么作用?

油水分离器位置传感器用于检测燃油滤



清器内的含水量，当含水量达到一定程度时ECU将控制发动机工作。安装在燃油滤清器的底部。油水分离器位置传感器如图1-66所示。

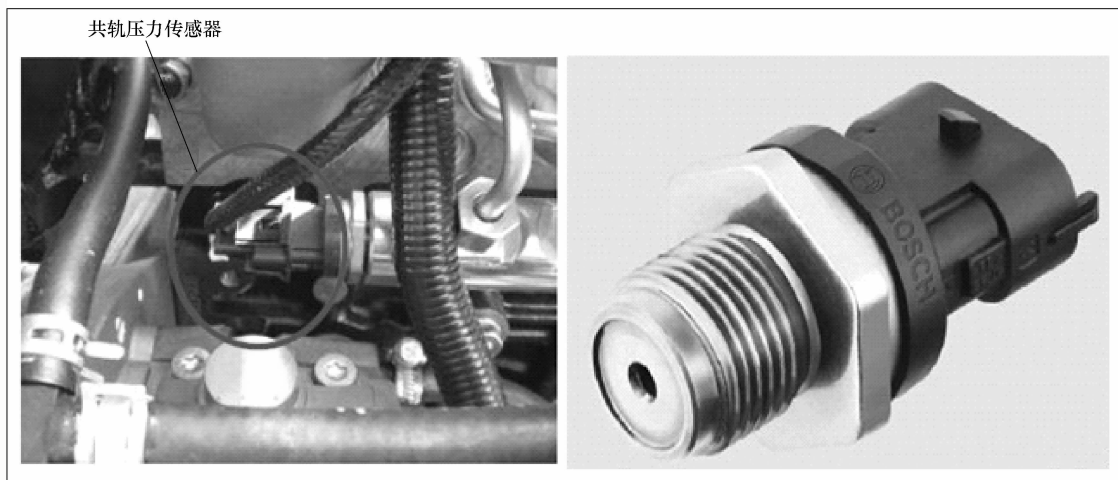


图1-65 共轨压力传感器

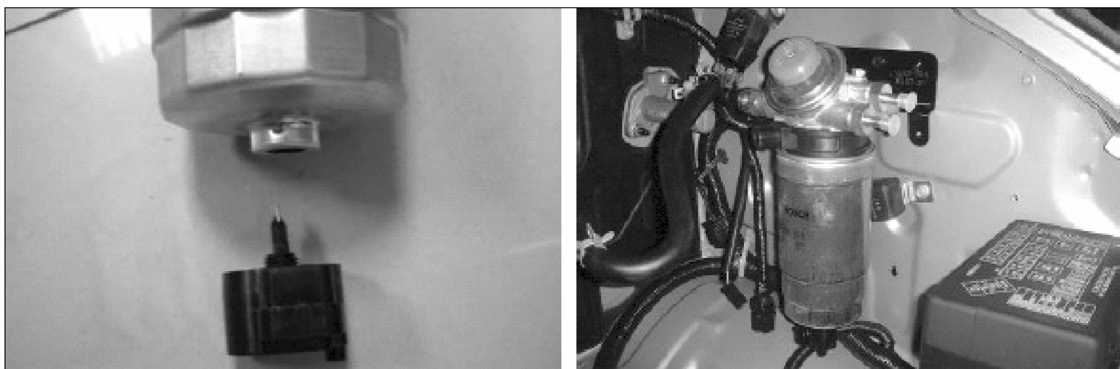


图1-66 油水分离器位置传感器

油水分离器的主要作用就是将燃油中的水分和油分离保证燃油燃烧的质量，当燃油经过油水分离器的时候，燃油中的油分和水分分离，由于水的密度大于油的密度，水就储存到滤芯下的储水槽中。燃油滤清下水位传感器用来检测储水槽中的水量，当水积到一定程度时，仪表板上的警告灯将点亮，提示排水。如果没有及时排水，将有可能设置故障码。

287. 压电直接控制式喷油器有什么特点?

博世（Bosch）第三代共轨喷油系统中采用压电直接控制式喷油器，用压电执行元件直接控制喷油嘴针阀动作。

1）省掉了球阀和控制柱塞。

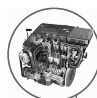
2）喷嘴针阀能直接响应压电执行器的动作。

3）喷嘴针阀的开闭速度更快，可以使两次喷油之间的间隔时间更短，提高控制柔性。

4）喷油量的控制精度更高。

288. 高压共轨柴油发动机的SCR系统的作用是什么?

SCR系统的作用是去除柴油发动机排气中的NO_x。系统采用尿素作还原剂（又名添蓝），在选择性催化剂的还原作用下，NO_x被还原成氮气和水。



SCR 系统包括尿素水溶液储罐、输送装置、计量装置、喷射装置、催化器以及温度和排气传感器等。

289. 高压共轨柴油发动机的 SCR 系统要注意哪些事项?

1）SCR 系统是一个自动控制的系统，当车辆的钥匙开关处于 ON 档，车辆电压正常，相关管路连接正确。系统将在控制器的指挥下自动排空、自动化冰、自动喷射等，不需人为干预。SCR 系统基本免维护，只需加注符合标准要求的尿素，系统内部终身免维护。注意保持系统外表干净，电器接头干燥即可。

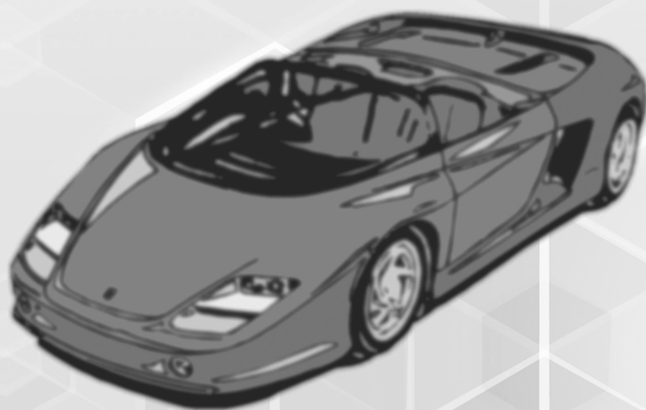
2）避免尿素储存罐中尿素溶液液位低于最低液位的情况下工作，因为喷嘴需要使用尿素溶液来冷却，所以储存罐中的尿素溶液如过少的话会使喷嘴冷却不足，从而导致喷嘴损坏。

3）SCR 系统在发动机停机后．计量喷射系统要抽干管道中的残液，以防结晶堵塞，所以点火开关关闭一分钟后再断开蓄电池总开关。

4）SCR 系统的故障暂时不影响发动机的正常工作，但故障持续时间不能过长。因为 SCR 系统不正常工作或停止运行时，车辆排放将不能达到标准而污染环境。如果故障持续时间过长，电控系统将降低发动机的功率。SCR 系统出现故障时，SCR 故障指示灯会点亮。

第二章

自动变速器维修攻关精练







第一节 通识知识与技能

290. 什么是 AMT？

AMT 是英文 Automated Mechanical transmission 的缩写，中文译为自动机械式变速器，即电控机械式自动变速器，AMT 变速器是在传统的手动齿轮式变速器基础上改进而来的，揉合了 AT 和 MT 两者优点的机电液一体化自动变速器。通过电动或液压动力实现了离合器结合与分离及换档等操纵自动完成。驾驶人操纵起来和自动变速器是一样的，这样就实现了手动变速器的自动化，即汽车电控机械式自动变速器。

AMT 变速器电控系统组成如下：

（1）执行机构　包括电动机（步进电动机和直流电动机）、电磁阀（普通电磁阀和高速电磁阀）、液压缸（离合器动缸和选、换档油缸）等。

（2）传感器　包括速度传感器（发动机转速传感器、输入轴转速传感器、车速传感器）、节气门开度传感器、档位传感器等。

（3）电控单元（ECU）。

291. 什么是 DCT？

DCT（Double-clutch Gearbox）即双离合变速器，在大众车系中也称直接换档自动变速器（DSG）。

DSG 可以形象地设想为将两台变速器的功能合二为一，并建立在单一的系统内。DSG 内含两台自动控制的离合器，由电子控制及液压推动，能同时控制两组离合器的运作。当变速器运作时，一组齿轮啮合，而接近换档之时，下一组档段的齿轮已被预选，但离合器仍处于分离状态；当换档时一具离合器将使用中的齿轮分离，同时另一具离合器啮合已被预选的齿轮，在整个换档期间应能确保最少有一组齿轮在输出动力，令动力不会出现间断的状况。

1）双离合器变速器（DCT）仍然像手动变速器一样是由众多齿轮、同步器、液压控制单元、电子控制单元和各轴等部件组成的，速比变化靠计算机控制来实现，而且各档速比是固定不变的。

2）无论是 6 速 DSG 变速器还是 7 速 DSG 变速器，它们的基本原理是一致的，简单地说，就是将两套变速系统合二为一。

3）DSG 包含智能电子液压换档控制系统、双离合器、双输入轴和三个驱动轴等核心环节，它们共同完成复杂的换档过程。

292. 什么是 CVT？

无级自动变速器（CVT）是一种采用主动与从动带轮以及钢带的电控自动变速器，它具有无级前进档变速和二级倒档变速功能，装置总成与发动机直列布置。

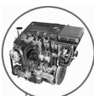
无级变速器只需两组变速滑轮就能实现无数个前进档位的速比变化，允许其在最大速比点到最小速比点之间做无级调节，它的速比变速是连续性的，不是固定不变的，只有倒档的传动比是固定不变的。

CVT 采用传动带和工作直径可变的主、从动轮相配合传递动力。没有传统变速器换档时那种"停顿"的感觉，从而得到传动系统与发动机工况的最佳匹配。

奥迪 Multitronic 01J 无级变速器（图 2-1）：

为消除发动机与变速器之间的摩擦损耗，发动机与 CVT 之间以飞轮减振装置代替一般液力自动变速器的液力变矩器。其动力输出采用行星齿轮系统及两组湿式可变压力油冷式离合器，压力可随发动机输出转矩大小而改变。可变压力油冷式离合器具有软连接的功能，能满足车辆起步、停车和换档的需要。

当前进离合器结合时，行星齿轮系统太阳轮的钢片与行星架的摩擦片结合成一体，



与发动机同步，由行星架将动力输出至辅助减速机构；当倒车离合器结合时，齿圈的摩擦片与变速器壳体的钢片结合，齿圈被固定，太阳轮将动力传递给行星架。

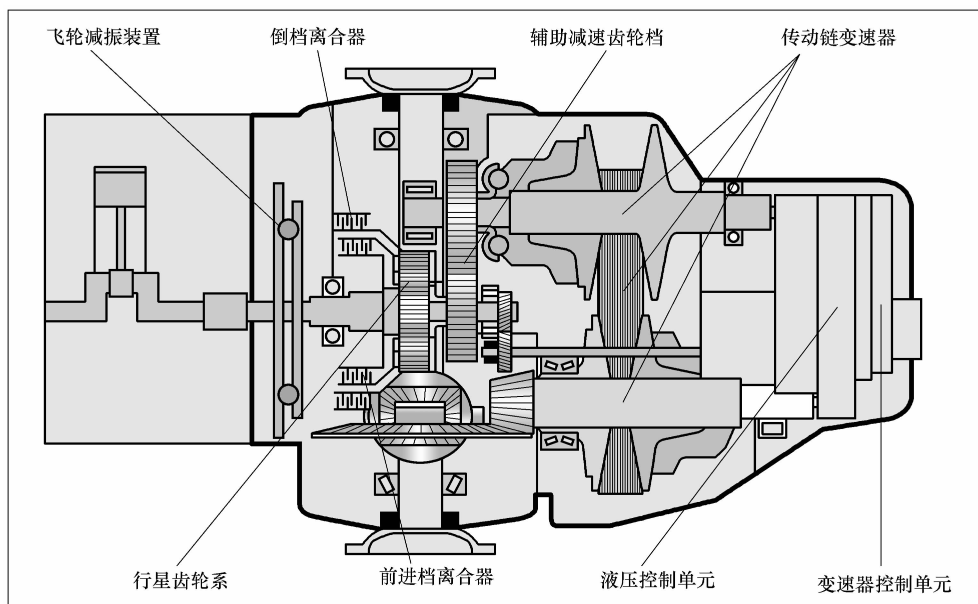


图 2-1　奥迪 01J 无级变速器组成

293. 什么是 AT？

电子液压式多档位自动变速器（AT）是目前应用得最广泛、技术较为成熟的自动变速器。按照控制方式的不同，液力自动变速器可以分为液控液力自动变速器和电控液力自动变速器，目前轿车上都是采用电控液力自动变速器。

AT 由复杂的行星齿轮组和诸多的换档执行元件组成，自动变速器虽然速比变化是自动实现的，但各档速比也是固定不变的。

（1）自动变速器组成

1）动力传递系统动力传递系统（液力变矩器）起到连接发动机与自动变速器的作用。

2）齿轮变速系统齿轮变速系统（行星齿轮机构）主要用来改变汽车的行驶速度和行驶方向。

3）液压控制系统液压控制系统则是把油泵输出的压力油调节出不同的压力并输送至不同的部位以达到不同的液压控制目的。

4）电子控制系统：电子控制系统通过监控汽车的整体运行工况实现自动变速器不同功能的控制。

5）冷却控制系统：冷却控制系统是为了使自动变速器始终保持在一个合理的工作温度。

（2）自动变速器控制：

1）电子控制自动变速器通过各种传感器、开关，将发动机转速、节气门开度、车速、发动机冷却液温度、自动变速器油温度等参数转变为电信号并传递给控制单元。

2）控制单元根据这些信号，按照设定好的换档规律、锁止规律及其他控制规律等，向换档电磁阀、TCC 电磁阀、油压电磁阀等发出电子指令信号。

3）换档电磁阀、TCC 电磁阀、油压电磁阀再将控制单元的电子控制指令信号转变为液压控制信号，液压控制阀体中的各个控制阀根据这些液压控制信号，控制换档执行机构、闭锁离合器执行机构的动作，从而实



现自动换档、自动闭锁和自动油压调节控制。

294. 驻车制动装置的结构和作用是怎样的？如何操作？

（1）结构　驻车制动装置用于固定停泊的车辆，使车轮不再滚动行驶。它是变速杆通过变速杆拉索、换档轴、带销子的联杆机构和压缩弹簧的机械操作机构。驻车制动轮与中间轴的从动轮连成一体，同时也是变速器输出转速传感器 G195 的传感器轮。

（2）作用

1）锁止棘爪与驻车制动轮的齿结合，以便锁住主减速器。当车轮要调整，其轴部分抬高时，采用驻车制动，可防止局部抬高的前轴旋转。

2）当在陡峭的斜坡上停车时，变速杆换到 P 位之前，必须先拉起驻车制动，以保护变速杆拉索，并使变速杆易于操作。

（3）重要操作事项　锁止棘爪和驻车制动轮之间有张力，开始驾驶车辆以前，变速杆必须首先离开 P 位，然后松开驻车制动。

295. 液压控制阀体的作用是什么？包括哪些组件？

除了控制换档元件之外，阀体还控制变矩器锁止离合器和变速器油（ATF）压力。例如主油压、控制油压、变矩器油压、润滑油压。

阀体包含以下组成元件：

1）机械操作的手动阀。

2）液压控制电磁阀。

3）6 个电控压力控制阀。

4）变速器油温传感器 G93。

296. 电磁阀供油限压阀的作用是什么？

（1）作用　电磁阀供油限压阀，其主要功能是对来自主调压阀的主油压进行调控，利用此受调控的油压控制电磁阀供油。在每个电磁阀控制的自动变速器内都有类似功能的滑阀，只是名称不同。该滑阀在通用系列产品中被称为 AFL 阀，而在如大众 01M/01N 变速器中则被称为电磁阀调节阀。

（2）故障影响　由于 AFL 阀的运动频率较高，在一定里程数后由于偏磨合润滑的问题，阀孔往往磨损导致漏油，使电磁阀不能正常工作。

297. 电磁阀供油限压阀容易出现哪些问题？

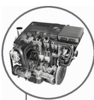
AFL 阀将调制主油压送到 EPC 油压电磁阀和 1-2、3-4 档信号油路中。在 4T65-E 中，当 AFL 阀孔出现磨损时，转矩信号压会降低，或者 1-2、3-4 换档电磁阀和换档信号油压会降低，并产生 1811 故障码、换档时间过长、TCC 锁止打滑以及错误的档位起动等问题。AFL 阀孔的磨损还会使 EPC 控制变差，导致主油压过高和 TCC 锁止活塞损坏，到一定时间就会使变矩器报废。

298. 大众 01M/01N 阀体中的电磁阀调节阀有什么作用？

大众 01M/01N 阀体中的电磁阀调节阀起着和 4T65-E 中 AFL 阀类似的功能。但在大众阀体内，这个阀有两个作用。

1）控制所有电磁阀的供油，如果该阀孔发生严重磨损而导致漏油，电磁阀的供油压力就会降低，还会影响到其他一些控制换档时间的阀，从而产生一系列的换档问题。

2）电磁阀调节阀对主油压的调节也起到一定作用，由电磁调节阀控制的电磁阀调节信号直接作用在主调压阀上，如果在电磁阀调节阀孔出现漏油，增压信号和主油压会从这里泄漏，引起基线平衡油压的降低。此阀一般不会磨损，但是它的阀孔却经常磨损。



299. 主调压阀（阀体内部）有什么作用?

调节主油路的压力以及变矩器和润滑油路的供油。

自动变速器内的基准油路压力是由主调压阀控制的。它的一端是个弹簧，而另一端则与平衡油路相连，主调压阀的位置就是由弹簧力和平衡油路压力来平衡的。在弹簧的另一端是增压阀，增压阀受到 EPC 压力以及倒档油路压力的作用，将增大的压力作用在弹簧上，从而推动及调节主调压阀的位置，以达到调节压力的作用。

当主油压阀处于正常的平衡位置时，弹簧力和主油压相平衡，油从油泵进入主调压阀，一部分用来供给变矩器和润滑油路，多余的油则从泄油孔排出重新回到油泵。一旦由于某种操作而导致主油压突然下降，这时主调压阀就会被弹簧推动往右移动，主调压阀进入非平衡位置。变矩器/润滑油路这时被切断，泄油孔也会被主调压阀堵上，由于油泵的运转，主油压很快就回升了，于是主油压又将主调压阀朝弹簧方向顶回它的平衡位置。这样主调压阀就完成了主油压的调节工作，同时变矩器/润滑油路和泄油孔又重新打开。反之，如果主油压突然增大，主调压阀就会被推向弹簧一端，同时变矩器/润滑油路和泄油孔会打开得更大，更多的油被排出以使主油压降低，这时主调压阀会重新回到其平衡位置。

主调压阀首先应满足调压的功能，只有在调压功能满足后才开始对变矩器和润滑油路正常供油。

300. 增压阀的作用是什么?

增压阀在压力调节上具有很重要的作用，它推动主调压阀进行主油压调节。

阀体中主调压阀通过位置的变化来控制主油压，但是真正指导主调压阀运动进行油压调节的是增压阀。一般来说，增压阀都是和主调压阀处于同一阀孔中，并且由弹簧作为连接。增压阀与弹簧一起对主调压阀施加压力。

增压阀在压力调节上具有很重要的作用，它推动主调压阀进行主油压调节。如果增压阀运行不正常，主调压阀就不能及时对主油压进行调节，从而出现很多与主油压有关的故障。增压阀更多的和换档故障有关系，比如倒档冲击、换档疲软、前进档增压不足等，如果在每一个换档上都发现有问题，那就需要查看一下这个增压阀。此外，在变矩器的锁止控制上，锁止油压是经调制的主油压，所以这个增压阀也会影响变矩器的锁止油压，导致 TCC 的打滑问题和变矩器锁止活塞的受损。

301. 什么是转矩信号阀?

（1）作用　转矩信号阀位于 EPC 电磁阀的旁边，直接受这个电磁阀的控制。主油压在经过转矩信号阀的调节后就变成了转矩信号压，转矩信号压影响着换档和锁止两个油路。

（2）影响转矩信号压的因素

1）主油压。

2）压力控制电磁阀。

3）转矩信号阀。

（3）故障影响　转矩信号压不足会导致主油压增压和蓄能器油压不足，使换档时间拉长，引起换档疲软、离合器打滑等问题。同时，由于主油路增压还影响到 TCC 油路，因此转矩信号压不正常还会导致 TCC 打滑，产生 P1811、P0741、P0742 等锁止故障码，并且伴有主油压不稳、发动机颤抖或锁止打滑等故障现象。

302. 换档控制策略包括哪些方面?

为体现换档时的响应速度、换档舒适程度、安全性能以及更趋于人性化的控制等电子控制方面，应从多个方面来改变其换档策略。

换档策略主要体现在自动变速器控制软件上。控制软件是自动变速器电子控制单元



组成整个控制功能的核心，它在产品开发周期、产品控制的先进性、灵活性等方面都具有举足轻重的作用。控制软件一般包括信号输入的处理程序、换档执行元件的控制程序、通信以及信息输出处理程序等模块。另外控制软件中一般还包括重要的控制参数表，控制参数表随换档控制策略的不同而不同，有些则是作为系统监测用的。

计算机具有识别和认识不同类型的人群的驾驶习惯来完成其最佳时刻的换档过程的功能，而其中最重要的还是在于“特殊行驶情况”的换档控制策略方面。

303. 市区行驶的换档策略是什么?

换档策略：主要考虑燃油经济性和换档舒适性。由于城市道路交通拥挤，因此发动机只需输出很低的行驶功率，减少低速范围内的换档次数以改善行驶舒适性并降低油耗。

304. 上坡路行驶的换档策略是什么?

换档策略：主要考虑发动机的输出。提高低速档使用范围、避免使用高速档，在一般坡度下不会进入超速档。当坡度较大时禁止使用直接档，同时通过增大延迟换档时间来避免频繁的换档循环，目的是使发动机在较高转速下有较大功率用来克服坡路带来的阻力。

305. 下坡路行驶的换档策略是什么?

换档策略：主要考虑安全性。下坡松加速踏板行驶时，为了提高发动机的制动效果而禁止升档，如果施加制动还会降档。降档时应注意不能使发动机超速，因此降档应在发动机转速小于一定数值时进行。当驾驶人再次深踩加速踏板时终止此控制。

306. 弯路行驶的换档策略是什么?

换档策略：主要考虑安全性。向心加速度超过一定数值时禁止升档控制，向心加速度特别大时禁止降档。

307. 冰雪路面行驶的换档策略是什么?

换档策略：主要考虑安全和变速器使用性能。一般情况下自动变速器会以二档起步来限制过大驱动转矩。通过提前升档延迟降档来降低驱动转矩，同时还禁止连续降档避免过大的转矩跳跃，增大换档延迟来减少换档次数。

308. 高原地区行驶的换档策略是什么?

换档策略：主要考虑发动机输出。高原地区海拔高、空气稀薄，导致进气压力低，发动机转矩下降，此时通过改变换档曲线（换档车速高）的方式来维持发动机的转矩。

309. 换档点力矩平衡（重叠控制）的控制策略是什么?

控制策略：主要考虑动力中断情况。重叠换档的目的是为了避免变速器打滑。力矩平衡方面，为避免重叠带来的干涉，升、降档期间通过发动机来平衡力矩的输出。

310. 减矩的控制策略是什么?

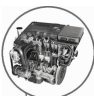
控制策略：主要考虑换档舒适性。为改善换档品质，通过改变发动机输出力矩来维持换档过渡的平顺性。

311. 后坐力控制（N-D 缓冲控制）的策略是什么?

控制策略：主要考虑挂档舒适性。为改善挂档接合感觉，防止后坐力过大，电脑通过改变不同档位传动比来减小后坐力。

312. 停车回空档的控制策略是什么?

控制策略：考虑发动机的燃油经济性。为降低发动机负荷、改善燃油经济性，同时考虑变速器的动力损失而采取的相关措施。



313. 自动变速器过热保护的控制策略是什么?

控制策略：主要靠变速器的温度。当TCC完全接合后变速器温度仍不能降低到其限制范围，TCM便采取不换档、限制发动机输出力矩或不能行驶的措施来保护变速器。

314. 直接换档的控制策略是什么?

控制策略：主要考虑换档响应速度和换档舒适性。直接通过线性电磁阀控制离合器的油压，使变速时形成理想的离合器油压，从而在实现高品质的换档同时也缩短了换档响应时间。

315. 双离合器转矩传递路线是怎样的?

从动轴的转矩传递路线和大众以往的手动变速器的传递路线基本一致，但要注意的是，双离合器使得从动轴上的同步器可以实现提前挂档。

1）双离合器安装在变速器壳体内，由两个传统离合器结合在一起，构成一个双离合器，称作K1和K2。离合器K1通过花键将转矩传递给输入轴1，输入轴1将1档和3档的转矩继续传递给输出轴1，将5档和7档的转矩传递给输出轴2。离合器K2通过花键将转矩传递给输入轴2，后者将2档和4档的转矩继续传递给输出轴1，将6档和倒车档的转矩传递给输出轴2。此后，转矩通过倒车档中间齿轮R1继续传递给输出轴3的倒车档齿轮R2。所有3个输出轴都与差速器的主减速器齿轮连接。

2）双离合器主动轮支撑环将扭矩传递给双离合器内的主动轮。支撑环与主动轮彼此固定连接在一起。主动轮以浮动轮方式支撑在输入轴2上。如果操纵了其中一个离合器，则扭矩会通过主动轮传递给相应的离合器从动盘，然后继续传递给相应的输出轴。

316. 双离合器（干式离合器）是怎样工作的?

双离合器中有两个独立的干式离合器。这些离合器分别将转矩传递给一个子变速器。离合器可以处于两个位置：发动机停机和怠速运转时，两个离合器分离；行驶状态时，两个离合器中始终只有一个离合器接合。

离合器K1将1、3、5和7档的转矩传递给输入轴1，离合器K2未操纵。离合器K1操纵时，接合杆将接合轴承压向盘形弹簧，这种压力运动在多个转向点处转换为拉力运动。因此，将离合器压盘拉向离合器从动盘以及主动轮，转矩传递给输入轴，如图2-2所示。离合器K1已操纵。离合器K2将2、4、6和倒档的转矩传递给输入轴2。K2操纵接合杆时，接合轴承压向离合器压盘的盘形弹簧。由于盘形弹簧支撑在离合器壳体上，因此离合器压盘压向主动轮，转矩传递给输入轴2，如图2-3所示。离合器K2已操纵。

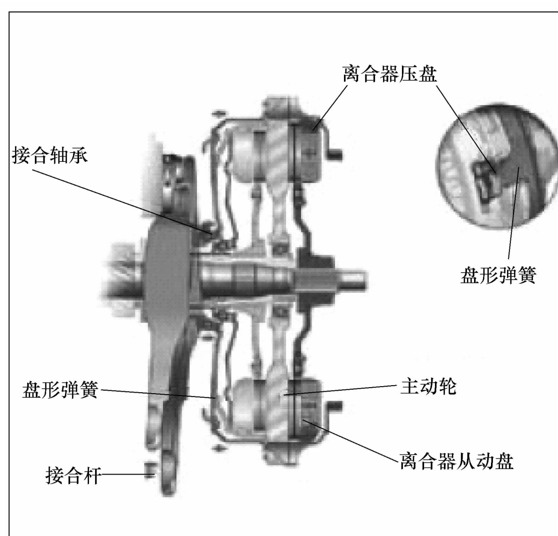


图2-2　双离合器工作一

317. 双离合器（湿式离合器）是怎样工作的?

湿式双离合器，它将离合器片浸泡在机油之中来对其进行冷却。离合器可以将动力

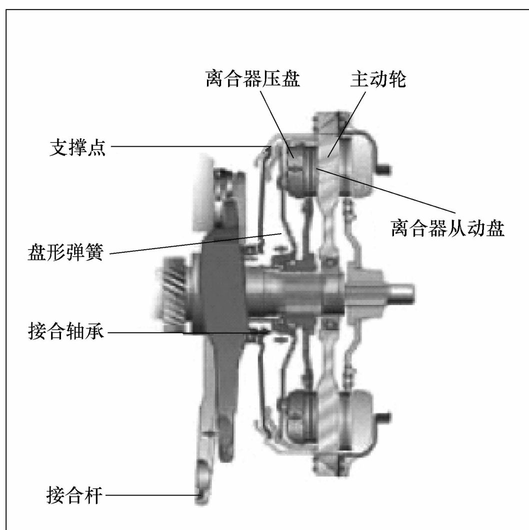


图 2-3 双离合器工作二

输送给 6 个档位中的任何一个，由电脑控制的离合器根据汽车速度和转速对驾驶人的换档意图作出判断，可以预选择下一档位从而实现档位的快速切换。变速器可以设定在电脑控制的“自动”模式之下，或者利用转向盘上的拨片来实现手动换档。

318. 双离合器输入轴的结构是怎样的？

输入轴 2 为中空轴，输入轴 1 穿过中空的输入轴 2。

输入轴安装在变速器壳体内，每个输入轴都通过花键与一个离合器连接。输入轴根据当前所挂档位将发动机转矩传递给输出轴。输入轴 2 为中空轴，输入轴 1 穿过中空的输入轴 2。

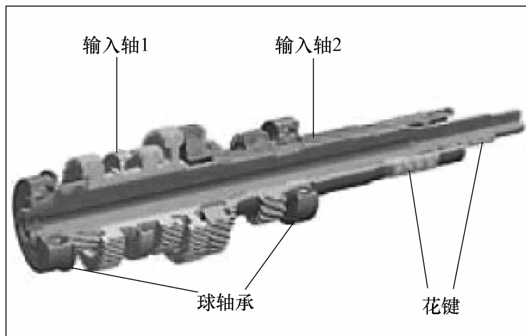


图 2-4 输入轴示意图（一）

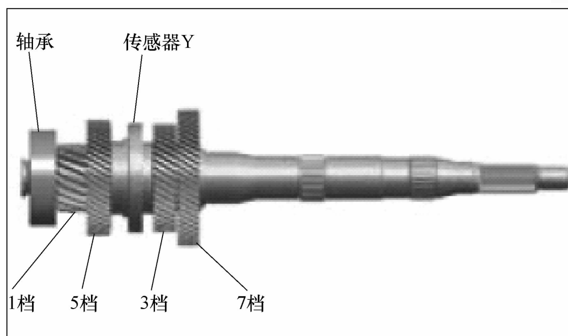


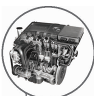
图 2-5 输入轴示意图（二）

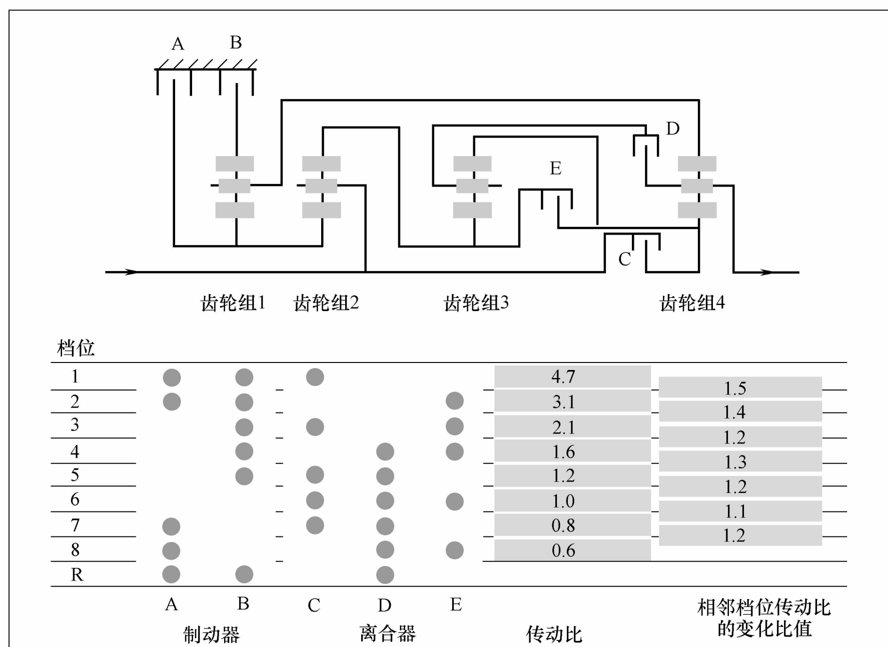
每个轴上都有一个将输入轴支撑在变速器壳体内的球轴承，如图 2-4 所示。输入轴 1 通过花键与离合器 K1 连接，通过输入轴 1 可换到 1、3、5、7 档（图 2-5）。电子控制器件（包括传感器、ECU、执行器）出现严重故障在所难免，但电控汽车具有比较完善的失效保护功能（又称为“安全策略”），当某控制系统出现故障，而且该故障对自动控制构成较大危害时，为了保护电控汽车不受进一步损害，电控单元（ECU）存储故障码的同时，自动进入失效保护状态，并且启用若干保护性措施。

319. 常规 8 速自动变速器有什么特点？

（1）装配特点　德国采埃孚公司的 8 速自动变速器，根据发动机转矩不同，配置了不同型号的自动变速器，有 8HP30、8HP45、8HP70 和 8HP90，使变速器的性能和节能特性有了大幅提高。

（2）齿轮特点　采埃孚 8HP 自动变速器配有 5 个换档元件和 4 个行星齿轮组，转速比可达 7 级，速比间隔小而均匀（图 2-6）。与 6 速自动变速器相比，1-2 档间的转速比由 1.78 减少为 1.5，这样的设计使得 8 速自动变速器在降低油耗的同时，还提高了起步加速性能。此外，减小 1-2 档间的转速比，更进一步地改善了 1-2 档间的换档品质。





档位	A	B	C	D	E	传动比	相邻档位传动比的变化比值
1	●	●	●			4.7	1.5
2	●	●			●	3.1	1.4
3		●	●		●	2.1	1.2
4		●		●	●	1.6	1.3
5		●	●	●		1.2	1.2
6			●	●	●	1.0	1.1
7	●		●	●		0.8	1.2
8	●			●	●	0.6	
R	●	●		●			

图 2-6　8HP 变速器的动力传递图和传动比

采用的单级行星齿轮传动带来了高传动效率及速度和转矩的均匀分配。所有档位的传动效率均超过 98%，仅有两个换档元件处于分离状态（功率损失最小化），因此有效地避免了各档位传动效率的损失，从而降低了燃料的消耗。

（3）油泵特点　改进的油泵设计也是 8HP 变速器的一个特点。油泵是自动变速器内最耗能的部件之一，8HP 的油泵采用了链条的驱动方式，油泵在系统油压足够的情况下会自动停止转动，而在系统油压不足时会自行转动以提高油压，这样的设计也就大大降低了油耗。

320. 混合动力版 8 速自动变速器是怎么样的？

乘用车的采埃孚 8 速自动变速器的混合动力版本 8P70H 已可进入量产，这种变速器在常规液力变矩器的位置安装了一个电动机。

混合动力版本 8P70H 变速器在常规液力变矩器的位置安装了一个电动机。作为强混合变速器，它同样可以依靠纯电力驱动。与常规 8 速自动变速器相比，混合动力版可额外节约燃油高达 25%。采埃孚乘用车混合动力版变速器也可匹配四轮驱动车。

采埃孚将 8P70H 设计成一个并联混合动力的概念系统。在这个混合动力方案中，内燃机动力和电动动力以并联的方式接入。既可单独传递内燃机动力或电动动力，又可同时传递内燃机动力和电动动力。该自动变速器的内部在常规变速器液力变矩器的位置安装了紧凑型电动机、离合器、扭转减振器和液压元件，在两种动力之间用一个分离离合器隔断，通过这个离合器内燃机可以完全与动力总成断开。它采用了一种叫集成起动元件（ILE）的设计，在起动时取代了变扭器，以达到最好的可操纵性和变扭器的起动舒适性。由此汽车不仅可以由纯电力驱动，而且可以通过再生能量（回收制动能量）避免内燃机的高拖曳扭矩来进行驱动，对减少能耗产生了积极的作用。

这款混合动力变速器的扭转减振器的设计也很新颖。它是用来减弱各种高频率的振



动（比如气体力和内燃机产生的集合力等）以及各种低频率的振动（比如载荷变化产生的冲击，或起动时产生的共振等），它还需要用来补偿发动机与变速器之间的对准偏差。

它采用了双质量飞轮的设计，减振器的分离质量取决于弹性系数（扭矩与转角之间的关系），因此弹簧刚度的特性在这里至关重要。此减振器通过多个弹簧组以及随着速度增加的滑动摩擦对特征曲线进行调整优化。该款混合动力自动变速器的操作控制是通过功能网络化得到一个高效的全系统混合动力的管理来实现的，可灵活调节智能双发动机的功率分配。电动机 Dynastart 模块可根据整车厂要求和混合规格来进行定型。采埃孚混合动力自动变速器基于常规采埃孚 8 速自动变速器（8HP）。它模块化的构造已为混合动力版进行了预设，因此强混合版本仅需和常规 8 速自动变速器规格一样的安装空间。具有优异的驾驶动力特性，如直接与发动机连接和敏捷性，精确的换档质量和舒适的操控性，通过混合动力化还将得到更多的提升。

为了在行驶状态下，既能较少地使用内燃机，又能达到较高的效率，该自动变速器采用了被称为“载荷点提升”的技术，只有部分转矩用于推进。与此同时，电动机作为发电机运行，给电池组充电，内燃机此时工作在一个显然更为经济的转矩范围内。而在“Boosting”模式下，两种动力集合可以进行并联的转矩输出，显著提升功率。因此，该驱动方式也适合于运动型车辆。

321. 9 速自动变速器是怎么样的？

9 速自动变速器能够达到显著提高燃油经济性的效果，辅以特有的平顺换档设计，此款变速器也能充分满足驾驶人追求舒适的要求。

全世界约有 70% 以上的乘用车使用横置发动机，针对此种广泛使用的乘用车发动机布置方式，采埃孚开发了这款 9 速自动变速器，以求达到显著提高燃油经济性的效果。这种最新的 9 速自动变速器已正式进入批量生产。

新型 9 速自动变速器与当今前驱车型广泛使用的 6 速自动变速器相比，显著提升了车辆的行驶表现和燃油经济性。液压变矩器中先进的减振系统能够快速闭锁离合器，从而提升燃油经济性并降低 CO_2 排放。

这款新型 9 速变速器与后驱车型（纵置发动机）使用的 8 速自动变速器类似，所需的反应时间极短，在驾驶人毫无顿挫感的同时增加换档次数。也就是说，这款变速器同时具备了双离合和多级变速的功能。

322. 变速器多功能档位（TR）开关 F125 的作用是什么？

多功能档位开关把变速杆的机械运动转换为电信号，并把这些信号传送到变速器控制模块。

（1）信号控制　变速杆电缆把多功能档位开关连接到变速杆上。多功能档位开关把变速杆的机械运动转换为电信号，并把这些信号传送到变速器控制模块（TCM）J217。

（2）多功能档位开关　是有六个滑动触点的机械组合开关。

1）4 个开关用于变速杆的滑动触点位置。

2）一个开关用于 P 位或 N 位，可以控制起动。

3）一个开关用于倒档的倒车灯开关 F41。

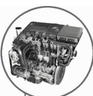
（3）控制功能　变速器控制模块（TCM）J217 触发自动换档程序，确认多功能开关的位置，控制以下功能：

1）起动机联锁。

2）倒车灯。

3）变速杆锁止（P 位/N 位）。

变速器控制模块（TCM）J217 在控制器局域网（CAN）总线上储存目前变速杆的位置，以便其他控制模块使用。



323. 变速器多功能档位（TR）开关 F125 出现故障怎么办？

如果能够判断前进档和倒档之间的差别，多功能开关的故障就不会影响换档程序。如果倒档信号发生错误，变速器就进入紧急运行模式。

如果发生下列情况，必须调节多功能开关：

1）更换多功能开关。

2）安装新变速器。

3）仪表板上的档位指示灯显示不正确。

324. 变速器输入转速传感器 G182 有什么作用？有什么故障影响？

位于多片式离合器 K2 外行星架处的变速器输入转速见图 2-7。

（1）功能原理　变速器输入转速传感器 G182 记录位于多片式离合器 K2 外行星架处的变速器输入转速，它根据霍尔原理工作。

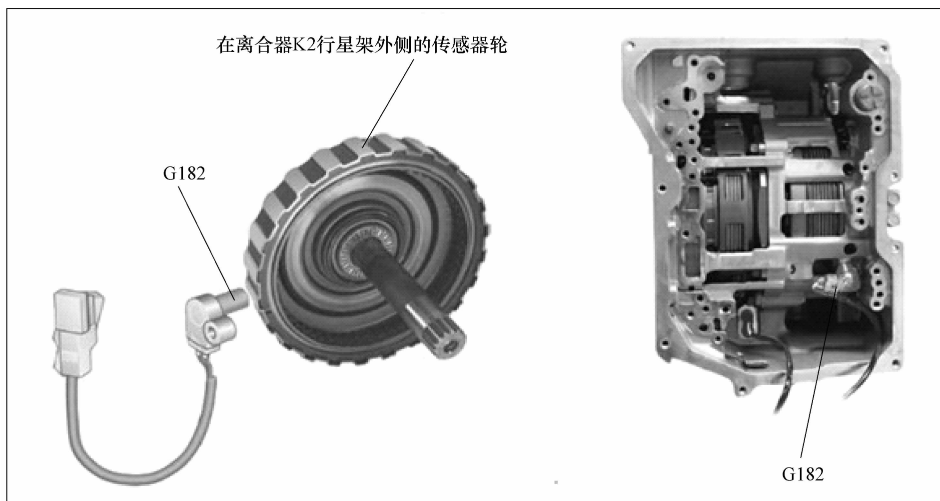


图 2-7　输入转速传感器

（2）信号利用　对于下列功能，变速器控制模块（TCM）J217 需要精确的变速器输入转速：

1）换档的控制、适应和监测。

2）变矩器锁止离合器的调节和监测。

3）诊断换档元件，检查发动机转速和变速器输出转速的可信度。

（3）信号故障的影响　变矩器锁止离合器闭合。发动机转速用来替换变速器输入转速。

325. 变速器输出转速传感器 G195 有什么作用？有什么故障影响？

变速器输出转速传感器 G195 记录驻车锁止轮处的变速器输出转速。

（1）功能原理　变速器输出转速传感器 G195 记录驻车锁止轮处的变速器输出转速。它也是根据霍尔原理工作。

驻车锁止轮与中间轴的从动轮一体。由于输出行星轮和中间轴之间的传动比，两转速分别按各自的比例。根据变速器的编程传动比，变速器控制模块（TCM）J217 计算出实际变速器输出转速。

输出转速传感器 G195 如图 2-8 所示。

（2）信号利用　对电子控制变速器而言，变速器输出转速是最重要的信号之一。

下列功能需要输出转速传感器提供的参数：

1）选择换档点。

2）驾驶工况评估等动态换档程序 DSP 功能。

3）诊断换档元件，检查发动机转速和变速器输出转速的可信度。



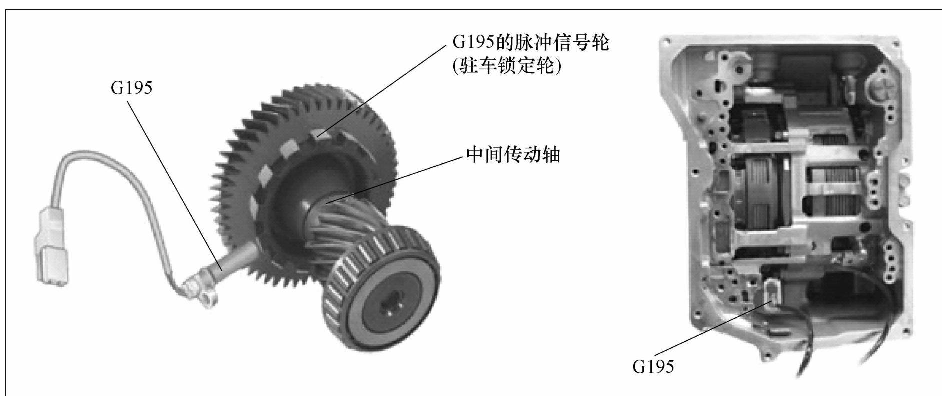


图 2-8 输出转速传感器 G195

(3) 信号故障的影响 ABS 控制模块 J104 的转速信号替换变速器输出转速。

326. 变速器油温传感器 G93 有什么作用? 有什么故障影响?

变速器油温传感器 G93 用来测量变速器油温, 并把油温测量值传送到变速器控制模块 (TCM) J217。

(1) 结构和功用 变速器油温传感器 G93 位于阀体内, 浸没在变速器油中。它用来测量变速器油温, 并把油温测量值传送到变速器控制模块 (TCM) J217。

变速器油温传感器 G93 由一块安装板固定。它是阀体总成的一个部件, 作为一个热敏电阻工作。

(2) 信号利用 下列功能需要变速器油温传感器提供的参数:

1) 适应系统换档压力和换档过程中建立压力和释放压力。

2) 激活或解除暖机程序和变矩器锁止离合器等的温度依赖功能。

3) 在热车模式, 变速器油温高时, 激活变速器的保护功能。

(3) 信号故障的影响

1) 变矩器锁止离合器没有调节操作, 只能打开或闭合; 没有适应的换档压力, 这通常会导致难以换档。

2) 变速器油温传感器 G93 的负温度系数 (NTC) 热敏电阻有特性关系。

3) 温度升高时, 传感器阻力减小。

4) 为了防止变速器过热, 超出定义的变速器油温范围时, 触发相应的对策。

5) 对策 1 (约 127℃): 利用动态换档程序 (DSP) 功能, 换档特性曲线在更高转速下换档。变矩器锁止离合器较早闭合, 不再进行调整。

6) 对策 2 (约 150℃): 发动机转矩减少。

327. 节气门位置传感器和加速踏板位置传感器对变速器有什么作用?

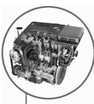
节气门位置 (TP) 传感器 G79 和加速踏板位置传感器 G185, 都位于踏板总成的加速踏板模块内。

强制降档信息:

1) 单个开关不使用强制降档信息。在加速踏板的压缩缓冲件上, 有一个功率元件。功率元件产生一个机械压力点。告知驾驶人正处于强制降档的阶段。

如果驾驶人主动激活强制降档, 通过强制降档开关, 就会发出一个超出节气门位置传感器 G79 和加速踏板位置传感器 G185 全开 (WOT) 位置的电压值给 ECM, 使 ECM 控制强制降档。

2) 发动机控制模块 (ECM) J220 收到这个电压值后, ECM 就认为是强制降档, 将通过动力系 CAN 总线给变速器控制模块



（TCM）J217 传递信息。

328. 09G 型 6 速自动变速器控制单元的安全功能是怎样的？

如果系统元件出现故障，则控制单元会启动替代功能及应急工作程序。

如果出现个别或者多个零件或传感器损坏，则控制单元 J217 会启动替代功能及应急工作程序，这样就能保证自动变速器仍能正常工作。

如果出现严重故障且控制单元 J217 有效时，变速器保持当前档位，只要变速器和行驶安全性允许，控制单元 J217 就激活“控制单元有效的机械应急工作状态”。

329. 09G 型 6 速自动变速器控制单元有效的机械应急状态是怎样的？

如果控制单元 J217 中断（例如断电或者插头连接掉了），则变速器马上切换到“控制单元无效机械应急状态”工作。

1）变速器从所有前进档位中脱离开，进入液压 4 档，变矩器耦合器打开，所有电磁阀断电。

2）能量传递单元保持最大操作压力。

3）倒车档能够挂上，变速杆锁死有效（在 P 位和 N 位）。

4）仪表板上的所有档位显示都亮。

330. 09G 型 6 速自动变速器控制单元无效的机械应急状态是怎样的？

1）变速器从所有前进档中脱离开，进入液压 4 档，变矩器耦合器打开，所有电磁阀断电。

2）能量传递单元上保持最大操作压力。

3）倒车档能挂，变速杆锁死无效（在 P 位和 N 位）。

4）所有档位显示都不亮。

5）控制单元 J217 整个停止工作，即不能进行自诊断。

331. 宝马 6HP-26 自动变速器的电子控制装置主要包括哪些？

（1）电子装置模块

1）电子装置模块是液压换档机构和电子变速箱控制单元的组合（EGS）。它安装在油底壳里。

2）电子装置模块包含了变速箱控制系统的机械组件，如电磁阀和减振器，它们作为执行元件。

3）电子变速器控制系统包含了整个变速器电子控制单元。它采用了焊接密封。电子变速器控制系统的功能在 140℃ 以下可得到保证。

（2）行驶档开关

1）行驶档开关（P、R、N、D）在机械电子模块里。它由变速杆通过拉线动作。

2）行驶档开关的滑块嵌入在液压选择滑阀上。

3）行驶档开关和液压选择滑阀一起由选档杆通过拉线动作。行驶档开关由 1 个带固定磁铁和 4 个用于行驶档 P、R、N 和 D 的霍尔传感器的滑块组成。行驶档开关的电信号在机械电子装置模块里进行分析处理并用于控制电磁阀和燃油压力调节器。顺序换档在电气上则通过变速杆机构上的开关进行。

（3）变速器控制单元　变速器控制单元所需要的换档数据，例如喷射时间、发动机转速、节气门角度、发动机温度和发动机干预，由 PT-CAN 总线传输到变速器控制单元内。电磁阀和压力调节器的控制直接由机械电子装置模块完成。

332. 宝马 6HP-26 自动变速器的驻车锁止装置是怎样的？

驻车锁止器的操作在 E60 里通过中间托架上的变速杆实现。通过拉线建立与变速器的连接（如 E46 和 E39）。

（1）变速杆锁（换档自锁功能）　它防



止了在未踩下制动器时变速杆在P位和N位的动作。该功能通过变速杆上的电磁锁实现。

（2）拔出锁定装置（互锁） 在变速杆和点火开关之间有一根拉线。这里只有当变速档在P位置时才能拔出点火钥匙（功能如同E38）。

（3）在手动换档模式下变速杆位置的选择 通过将变速杆从D位转到手动换档槽手动切换到S程序。组合仪表上的显示切换到DS。通过向前或向后点动变速杆激活手动换档模式并向高一档或低一档换档。组合仪表上的显示切换到M1至M6。在手动换档模式下当时的档位一直保持到快要到达限定转速。然后自动切换到高一档。自动换低档通过强制降档加速开关或根据速度降到第3和第2档。如果由于发动机转速和车速不允许换档，则在组合仪表上首先显示想要换的档位，然后显示实际档位。想要换的档位只有在达到了发动机允许的转速或车速后才能进行。由此可以防止发动机运转超速。通过多次点动变速杆并保持在点动位置可储存所需的档位。按顺序直至切换到组合仪表上显示的档位。变速杆必须保持住直至到达所需档位。

333. 4F27E型自动变速器电子控制系统的组成是什么？

（1）元件 福克斯4F27E型自动变速器电子控制系统主要由涡轮轴转速传感器、输出轴转速传感器、变速器油温传感器、档位开关、制动开关、手动模式开关、增/减档开关、换档电磁阀、压力控制电磁阀和变速器控制模块等组成。

（2）信号 如：节气门位置信号、空气流量信号、发动机温度信号、发动机冷却液温度信号等都是通过网路线从发动机控制模块取得。

334. 涡轮轴转速传感器（TSS）的作用是什么？有什么故障影响？

（1）作用 涡轮轴转速传感器位于变速器外壳上，用于感知变速器涡轮轴的转速。

（2）故障影响 涡轮轴转速传感器的类型是电磁感应式，其电阻为330～390Ω（在21℃时），如果它出现故障，变速器控制模块将用输出轴转速传感器的信号取代它，车载诊断系统会纪录相应的故障码，并点亮故障指示灯。

335. 输出轴转速传感器（OSS）的作用是什么？有什么故障影响？

（1）作用 输出轴转速传感器位于差速器处的变速器壳体上，用于感知变速器的输出轴转速。此信号不作为车辆速度信号使用，车辆速度信号来自于轮速传感器。

（2）故障影响 输出轴转速传感器的类型是电磁感应式，其电阻值800～900Ω（在21℃时），如果它出现故障，变速器控制模块将用涡轮轴转速传感器的信号取代它，车载诊断系统会纪录相应的故障码，并点亮故障指示灯。

336. 变速器油温传感器（TFT）的作用是什么？

变速器油温传感器位于变速器内，用于感知变速器油液温度。在极冷和极热的变速器油温下，变速器控制模块根据此信号控制管路压力、换档和变矩器锁止离合器。

337. 档位开关（TR）的作用是什么？

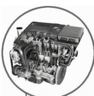
档位开关（TR）位于变速器外壳的手动轴上，用于感知变速器的档位。

338. 手动模式开关、增/减档开关的作用是什么？

手动模式开关、增/减档开关位于变速杆处，变速器控制模块根据此信号和车速信号确定是否按照操作者的意愿执行换档。

339. 制动开关的作用是什么？

制动开关用于控制变速杆从驻车档位置



的移出。

340. 换档电磁阀的作用是什么？

换档电磁阀基本上都是采用开关式电磁阀，其功用是开启或关闭主油道和换档控制油道之间的自动变速器油路，以控制换档电磁阀动作，从而实现自动换档。

341. 压力控制电磁阀（EPC）的作用是什么？

压力控制电磁阀控制主油路压力，以确保在所有的操作状况下油路中都有合适的油压。在电磁阀关闭状态下油路油压最大。其电阻为2.4～7.3Ω。

343. OBK/OBL 变速器1档是怎样传递动力的？

1档时，制动器A、B和离合器C接合，动力传递路线如图2-10所示。

（1）行星排1　1档时，制动器A接合，固定行星排一半的共用太阳轮；制动器B接合，固定行星排1内齿圈，此时行星排1被整体固定，不能转动。

（2）行星排4　离合器C接合，连接输入轴与行星排4的太阳轮，由于行星排4的内齿圈与行星排1的行星架是一体的，且行星排1被整体固定，所以行星排4内齿圈被固定，同时行星排4行星架同向减速旋转。

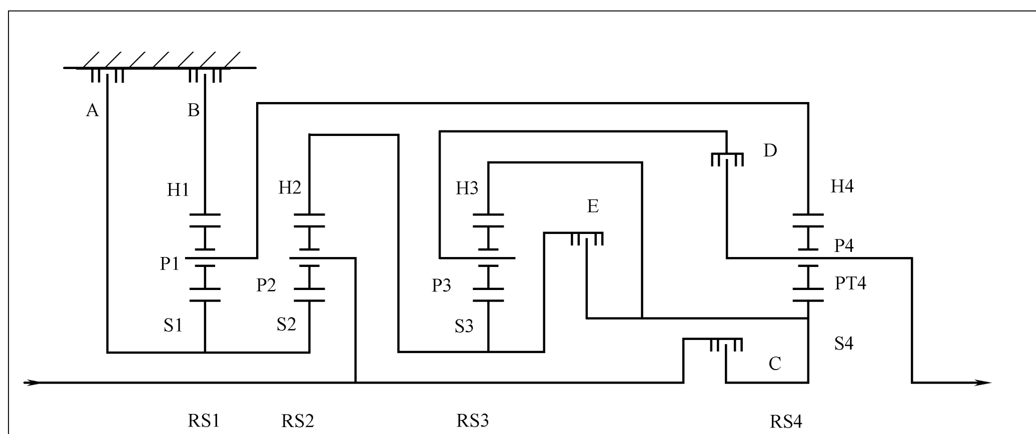


图2-9　OBK/OBL自动变速器动力传递路线示意图

342. OBK/OBL 变速器包括哪些元件？

OBK/OBL变速器是德国ZF公司为奥迪A8研发的一款8速自动变速器。该自动变速器动力传递路线如图2-9所示，它采用4个行星齿轮组，5个换档元件（包括2个制动器A、B和3个多片式离合器C、D、E），而且每次换档时关闭3个执行元件，将动力损失降到最低。OBK/OBL变速器实现了8个前进档和倒车档，驱动比范围达到7，从而使换档冲击很小，起动时驱动比较大，并且在车速较高时，发动机转速仍维持在较低水平。

344. OBK/OBL 变速器2档是怎样传递动力的？

2档时，制动器A、B和离合器E接合，动力传递路线如图2-11所示。

（1）行星排1　2档时，制动器A和B仍然接合，接合情况与1档相同，行星排1被整体固定，不能转动。

（2）行星排2　行星排2的行星架由输入轴直接驱动。因为行星排2的太阳轮与行星排1的太阳轮相连而被固定，所以行星排2的内齿圈同向增速旋转。



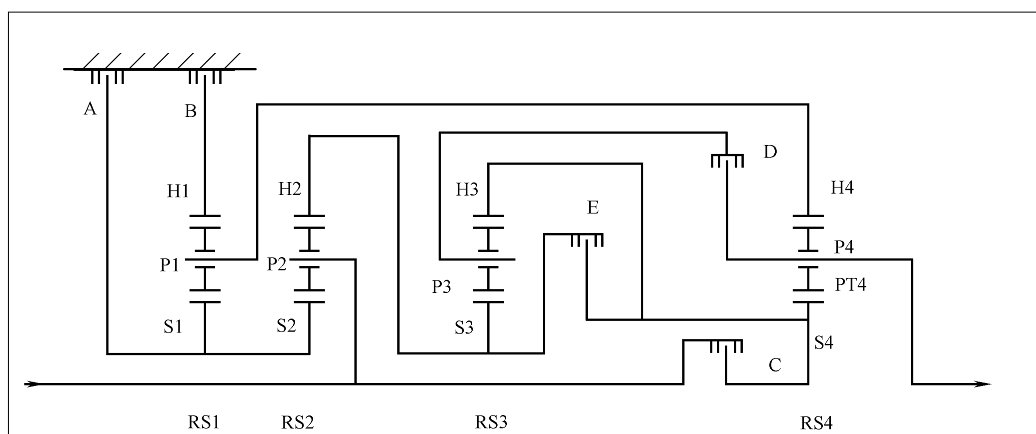


图 2-10 1 档动力传递路线

（3）行星排 3 离合器 E 接合，行星排 3 太阳轮和内齿圈连接，此时行星排 3 以一个整体旋转，转速与行星排 2 的内齿圈相同。

（4）行星排 4 行星排 4 太阳轮与行星排 3 的内齿圈相连，其转速与行星排 2 的内齿圈转速相同，并为同向增速旋转。行星排 4 的内齿圈与行星排 1 行星架是一体的，因此行星排 4 行星架同向减速旋转，且转速比 1 档时要快。

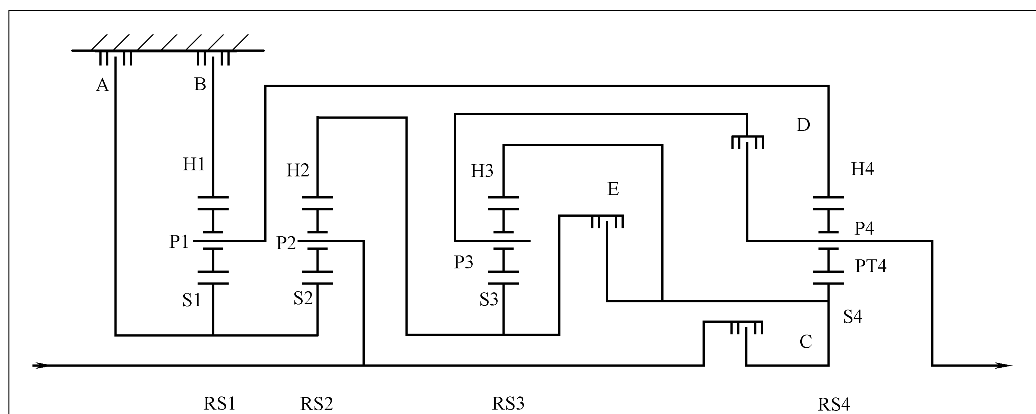


图 2-11 2 档动力传递路线

345. OBK/OBL 变速器 3 档是怎样传递动力的？

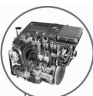
3 档时，制动器 B 和离合器 C、E 接合，动力传递路线如图 2-12 所示。

（1）行星排 3 3 档时，离合器 C 接合，行星排 3 的内齿圈由输入轴直接驱动，与离合器 E 接合，连接行星排 3 的太阳轮与内齿圈。此时行星排 3 以一个整体旋转，转速与输入轴相同。

（2）行星排 2 行星排 2 的行星架与输入轴直接相连，行星排 2 的内齿圈与行星排 3 的太阳轮为一体，其转速与输入轴的速度相同。此时行星排 2 也以一个整体旋转，且转速与输入轴相同。

（3）行星排 1 行星排 1 太阳轮与行星排 2 太阳轮是一体的，均以输入轴速度旋转，与制动器 B 接合，固定行星排 1 的内齿圈。此时行星排 1 行星架同向减速旋转。

（4）行星排 4 行星排 4 内齿圈与行星排 1 行星架是一体的，为同向减速旋转。离



合器 C 接合，行星排 4 太阳轮和输入轴连接，此时行星排 4 行星架同向减速旋转。因为内齿圈的齿数比太阳轮要多，所以内齿圈旋转后，行星架的转速比 2 档时要快。

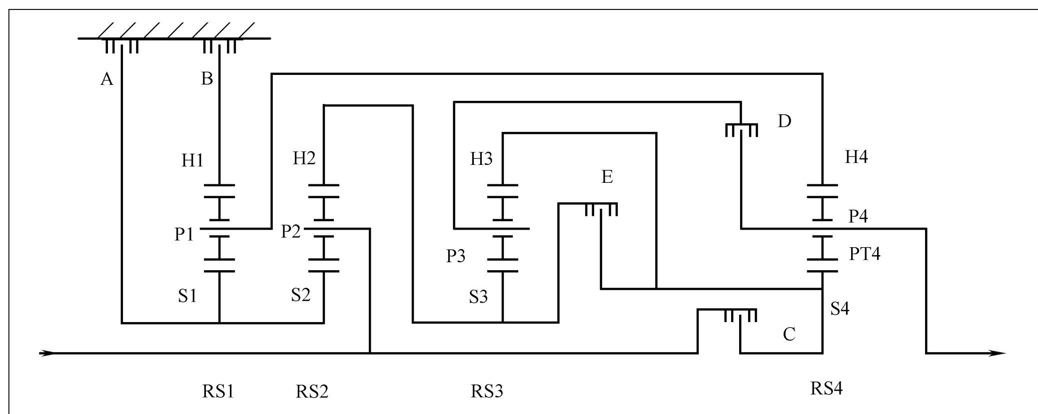


图 2-12　3 档动力传递路线

346. OBK/OBL 变速器 4 档是怎样传递动力的?

4 档时，制动器 B 和离合器 D、E 接合，动力传递路线如图 2-13 所示。

（1）行星排 3　4 档时，离合器 E 接合，连接行星排 3 太阳轮与行星架。此时行星排 3 以一个整体旋转。

（2）行星排 4　离合器 D 接合，连接行星排 3 的行星架和行星排 4 的行星架，由于行星排 3 的内齿圈和行星排 4 的太阳轮是一体的，所以行星排 3 和行星排 4 作为一个整体旋转。

（3）行星排 2　行星排 2 的行星架与输入轴直接相连，由于行星排 2 的内齿圈与行星排 3 的太阳轮为一体相当于输出轴，因而阻力较大，可以暂时视为不动。行星排 2 的太阳轮同向增速旋转。

（4）行星排 1　行星排 1 太阳轮与行星排 2 太阳轮是一体的，为同向增速旋转。制动器 B 接合，固定行星排 1 的内齿圈，此时行星排 1 行星架同向减速旋转。又由于行星排 1 的行星架与行星排 4 的内齿圈是一体，因此，行星排 4 作为一个整体同向减速旋转。

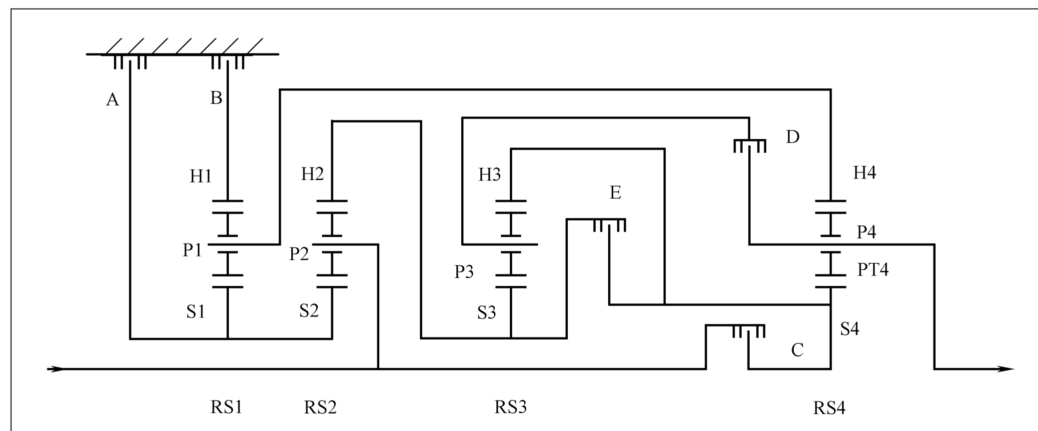


图 2-13　4 档动力传递路线



347. OBK/OBL 变速器 5 档是怎样传递动力的？

5 档时，制动器 B 和离合器 C、D 接合，动力传递路线如图 2-14 所示。

（1）行星排 3　离合器 C 接合，行星排 3 内齿圈由输入轴直接驱动。离合器 D 接合，由于连接行星排 3 的行星架与行星排 4 的行星架相当于输出轴，因而阻力较大，可以暂时视为不动。此时行星排 3 的太阳轮反向减速旋转。

（2）行星排 2　行星排 2 的行星架与输入轴直接相连，由于行星排 2 的内齿圈与行星排 3 的太阳轮为一体，为逆时针减速旋转，因此行星排 2 是两个输入、一个输出的接合情况。此时行星排 2 的太阳轮同向增速输出。

（3）行星排 1　行星排 1 太阳轮与行星排 2 太阳轮是一体的，为同向增速旋转，制动器 B 接合，固定行星排 1 的内齿圈。此时行星排 1 行星架同向减速旋转。

（4）行星排 4　离合器 C 接合，行星排 4 的太阳轮和输入轴相连，由于行星排 4 内齿圈与行星排 1 行星架是一体的，为同向减速旋转，因此，行星排 4 行星架也为同向减速旋转。

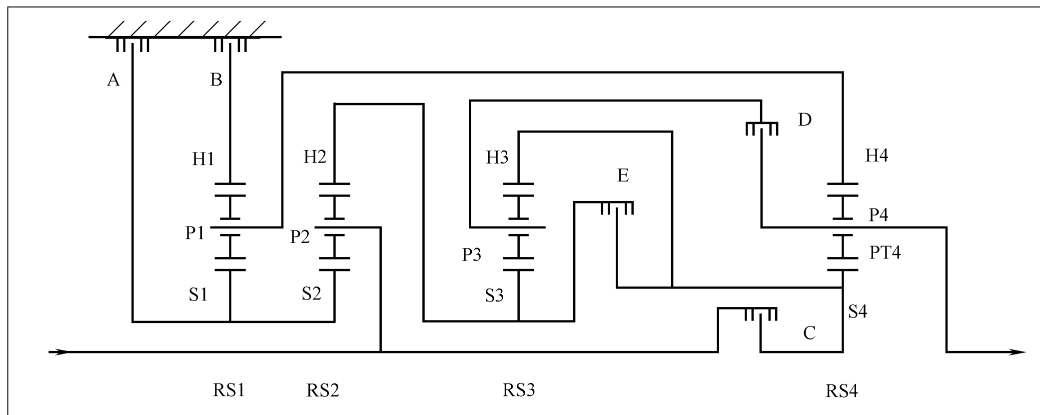


图 2-14　5 档动力传递路线

348. OBK/OBL 变速器 6 档是怎样传递动力的？

6 档时，离合器 C、D、E 接合，动力传递路线如图 2-15 所示。

（1）行星排 3　离合器 C 接合，行星排 3 内齿圈由输入轴直接驱动，离合器 E 接合，由于行星排 3 的太阳轮和内齿圈相连，因此，行星排 3 以一个整体旋转，转速与输入轴相同。

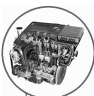
（2）行星排 4　离合器 C 接合，行星排 4 太阳轮和输入轴相连。离合器 D 接合，由于行星排 4 的行星架与行星排 3 的行星架相连，且输入轴速度，因此，行星排 4 作为一个整体旋转，转速与输入轴速度相同，该档位为直接驱动。

349. OBK/OBL 变速器 7 档是怎样传递动力的？

7 档时，制动器 A 和离合器 C、D 接合，动力传递路线如图 2-16 所示。

（1）行星排 2　行星排 2 的行星架与输入轴直接相连，制动器 A 接合，行星排 2 的太阳轮被固定，内齿圈同向增速旋转。

（2）行星排 3　离合器 C 接合，行星排 3 内齿圈由输入轴直接驱动。由于行星排 3 的太阳轮和行星排 2 的内齿圈是一体的，且是同向增速旋转，所以，行星排 3 的行星架同向增速旋转。同时，离合器 D 接合，此时行星排 4 的行星架与行星排 3 的行星架相连，相当于输出轴，所以同向增速输出。



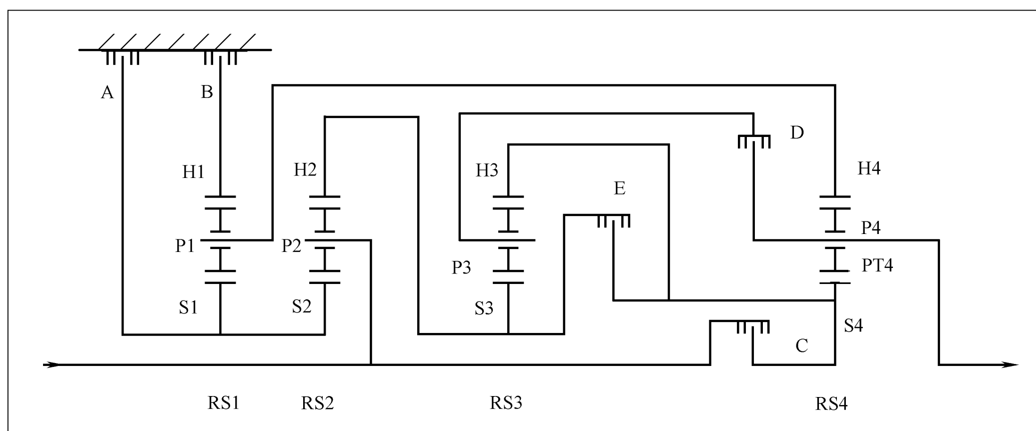


图 2-15　6 档动力传递路线

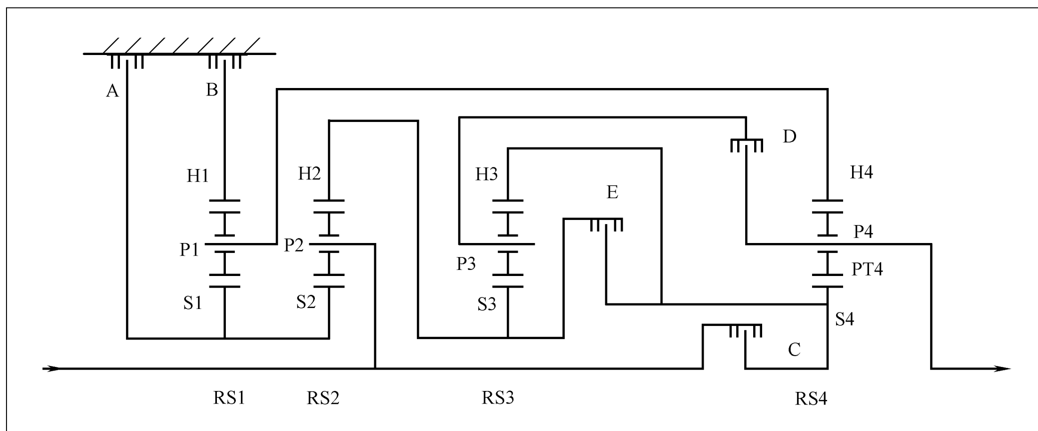


图 2-16　7 档动力传递路线

350. OBK/OBL 变速器 8 档是怎样传递动力的?

8 档时，制动器 A 和离合器 D、E 接合，动力传递路线如图 2-17 所示。

（1）行星排 2　行星排 2 的行星架与输入轴直接相连，制动器 A 接合，行星排 2 的太阳轮被固定，行星排 2 的内齿圈同向增速旋转。

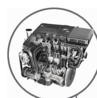
（2）行星排 3　行星排 3 的太阳轮和行星排 2 的内齿圈是一体的，离合器 E 接合，从而连接行星排 3 的太阳轮和内齿圈，使得行星排 3 以一个整体旋转，并同向增速输出。离合器 D 接合，由于行星排 4 的行星架与行星排 3 的行星架相连，相当于输出轴，因此同向增速输出。

351. OBK/OBL 变速器倒档是怎样传递动力的?

倒档时，制动器 A 、B 和离合器 D 接合，动力传递路线如图 2-18 所示。

（1）行星排 1　R 档时，制动器 A 接合，固定行星排一半的共用太阳轮。制动器 B 接合，固定行星排 1 内齿圈，使得行星排 1 被整体固定，不能转动。

（2）行星排 2　行星排 2 的行星架由输入轴直接驱动。由于行星排 2 的太阳轮与行星排 1 的太阳轮相连而被固定，因此，行星排 2 的内齿圈同向增速旋转。



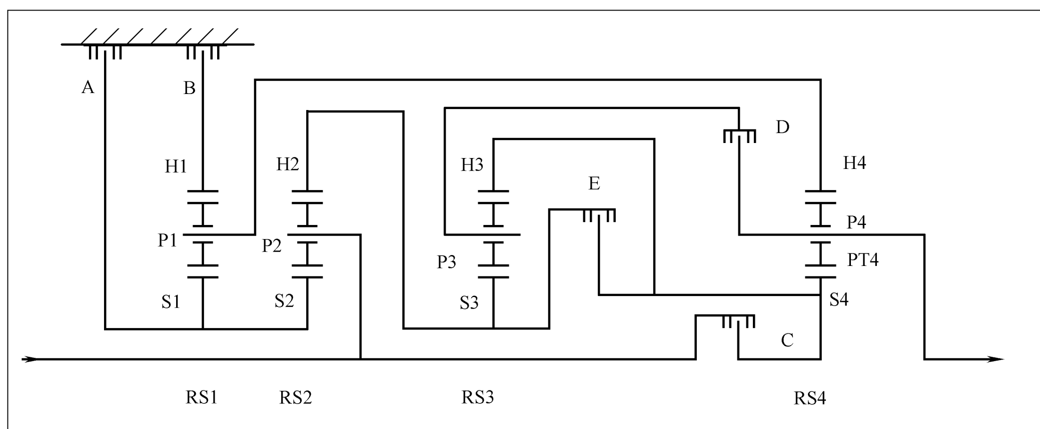


图 2-17 8 档动力传递路线

（3）行星排 3 行星排 3 的太阳轮与行星排 2 的内齿圈是一体的，为同向增速旋转，离合器 D 接合，由于行星排 3 的行星架与行星排 4 的行星架相连，相当于输出轴，因而阻力较大，可以暂时视为不动，因此，行星排 3 的内齿圈反向减速旋转。

（4）行星排 4 行星排 3 的内齿圈与行星排 4 的太阳轮是一体的，反向减速旋转。行星排 4 内齿圈与行星排 1 行星架是一体的，因为行星排 1 被整体固定，所以行星排 4 内齿圈被固定，此时行星排 4 行星架反向减速旋转。

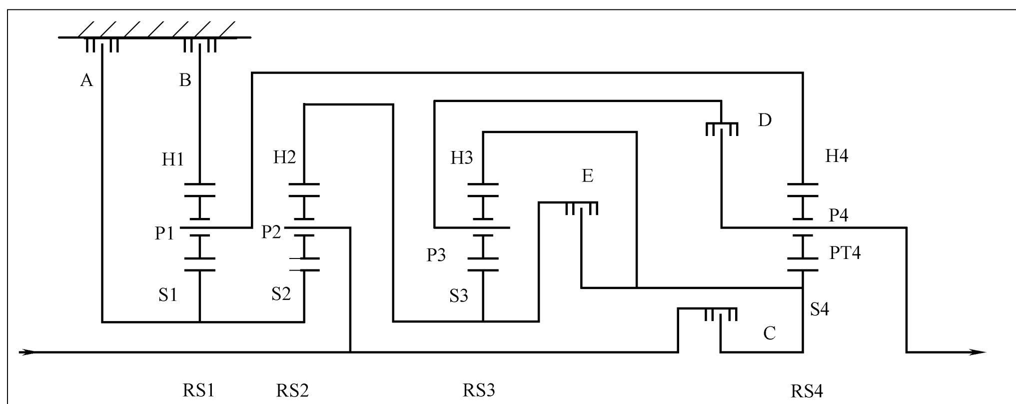


图 2-18 倒档动力传递路线

352. 怎样检查变速器油位？

在对变速器进行检查前或故障诊断前，首先要对变速器油面和油质进行检查。

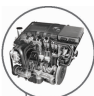
把变速杆放在 P 位，使发动机在怠速时至少运转数分钟，油液达到正常工作温度，汽车必须停放在水平路面上，这样才能确保在差速器和变速器之间的油面高度正常、稳定。

带油位标尺的自动变速器油位检查的具体方法如下：

1）将汽车停放在水平地面上，并拉紧制动器手柄。

2）让发动机怠速运转数分钟以上。

3）踩住制动踏板，将变速杆拨至倒档（P）、前进档（D）等位置，并在每个档位上停留几秒钟，使液力变矩器和所有换档执行元件中都充满液压油。最后将变速杆拨至停车档（P）位置。



4）从加油管内拔出自动变速器油尺，将擦干净的油尺全部插入加油管后再拔出，检查油尺上的油面高度。油面高度应在油尺刻线的上限附近（图 2-19）。

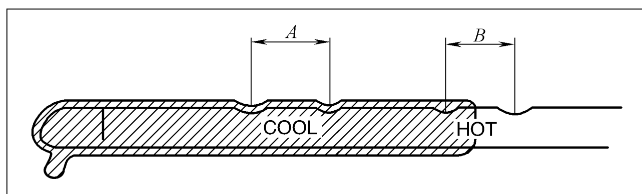


图 2-19　自动变速器油面高度的检查

353. 怎样检查变速器油质？

如变速器油呈棕色或有焦味，说明已变质。油液状态与故障的关联见表 2-1。

表 2-1　油质与故障原因

油液状态	变质原因
油液变为深褐色或深红色	1. 没有及时更换油液 2. 长期重载荷运转，某些部件打滑或损坏引起变速器过热
油液中有金属屑	离合器盘、制动器盘或单向离合器严重磨损
油尺上粘附胶质油膏	变速器油温过高
油液有烧焦气味	1. 油温过高、油面过低 2. 油冷却器或管路堵塞
油液从加油管溢出	油面过高或通气孔堵塞

354. 怎样检查和调整档位开关？

将变速杆拨至各个档位，检查档位指示灯与变速杆位置是否一致，如有异常，应调节空档起动开关螺栓和开关电路。

将变速杆拨至各个档位，检查档位指示灯与变速杆位置是否一致、P 位和 N 位时发动机能否起动，R 位时倒档灯是否亮起。发动机应只能在空档（N 档）和驻车档（P 档）起动，其他档位不能起动，若有异常，应调节空档起动开关螺栓和开关电路。

1）松开档位开关的固定螺钉，将变速杆置于 N 档位。

2）将槽口对准空档基准线。有些自动变速器的档位开关外壳上刻有一条基准线，调整时应将基准线和手动阀摇臂轴上的槽口对齐，也有一些自动变速器的档位开关上有一个定位孔，调整时应使摇臂上的定位孔和档位开关上的定位孔对准。

3）档位开关的位置调好后进行固定。

355. 变速器油压过高或过低有什么影响？测试油压的目的是什么？

油压过高，会造成自动变速器换档时冲击过大；油压过低，会使离合器、制动器等换档执行元件打滑。

（1）故障影响　油压过高，会造成自动变速器换档时冲击过大，液压系统也容易损坏；油压过低，会使离合器、制动器等换档执行元件打滑，影响自动变速器的正常工作，且加速离合器和制动器摩擦片的磨损，严重时会导致摩擦片烧坏。

（2）测试目的　目的是检测液压控制系统的故障。通过测试油压可以判断油泵、主调压阀、节气门阀、速控阀等阀工作是否正常。

（3）油压试验的准备　在做油压试验之前应做好以下准备工作：

1）行驶汽车，让发动机及自动变速器达到正常工作温度。

2）将车辆停放在水平地面上，检查发动机怠速和自动变速器液压油的油面高度。如不正常，应予以调整。

3）准备一个量程为 2MPa 的压力表。

4）找出自动变速器各个油路测压孔的位置。通常在自动变速器外壳上有几个用方



头螺塞堵住的用于测量不同油路油压的测压孔。

① 不论变速杆位于前进档或倒档时都有压力油流出，则为主油路测压孔。

② 只有在变速杆位于前进档时才有压力油流出，则为前进档油路测压孔。

③ 只有在变速杆位于倒档时才有压力油流出，则为倒档油路测压孔。

④ 只有在变速杆位于前进档，并且在驱动轮转动后才有压力油流出，则为调速器油路的测压孔。

356. 前进档位油压测试有什么条件？有什么故障影响？

大部分液力控制变速器都可以做这项测试，在进行档位油压测试时，要升起车辆，视情况也可以接上压力表进行路试。

（1）档位油压测试条件

1）档位油压测试要求在变速器运转的条件下作出。

2）档位油压和主油压的测试口位置不一样，通常主油压测试孔靠前或靠上。

3）档位油压测试根据检测的对象不同，需在不同车速下提取数值。

（2）测试结果的故障影响

1）检测执行器的安全缓冲系统。离合器、片式制动器的安全缓冲系统是蓄压器。

2）检测工作油路是否发生泄漏。汽车行驶中如发动机在某一速度区域内发生发动机空转、车速下降现象，则说明该速度区域内的施力装置有打滑现象。

357. 时间滞后测试的目的是什么？怎样进行测试？

时间滞后测试可以判断主油路油压和离合器、制动器等换档执行元件的工作是否正常。

（1）时间滞后试验的目的　时滞试验的目的是判断主油路油压和离合器、制动器等换档执行元件的工作是否正常。利用升档和降档的时间差来分析故障。

（2）试验方法

1）将自动变速器油液温度升至80℃。

2）拉紧驻车制动器手柄。

3）使发动机保持标准怠速运转，将变速杆位置分别从N位换入D位和R位，用秒表测量从N位换入D位或R位后，直至有振动感时所经历的时间。

每次试验间隔时间为1min，取3次试验时间的平均值。标准值：N-D时滞时间不大于1.0～1.2s；N-R时滞时间不大于1.2～1.5s。

4）每次从D位或R位回到N位时，要怠速运转1～2min，再挂档，以便使施力装置分离彻底，并使油液得到冷却。

358. 连续升档试验的目的是什么？

如果自动变速器不能升入高速档或超速档，表明电液控制系统或换档执行元件的离合器或制动器有故障。

自动变速器升档时，发动机转速会瞬时地下降，同时车身轻微冲动。试验者凭此现象可判定自动变速器是否升档。试验时将变速杆置于D位，打开O/D档开关，踩下加速踏板使节气门开度保持在50%左右。试验自动变速器由汽车起步加速连续升档情况。

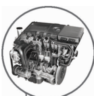
自动变速器正常时，起步后随着车速的升高，试验者应能感觉到自动变速器顺利地逐级由1档升2档，2档升3档，3档升4档。

359. 怎么进行升档车速试验？

升档车速试验是指在汽车道路试验中，变速杆在D位，节气门保持在某一固定开度时，测定各档位的升档和降档时的车速是否正确。换档点的试验是道路试验的重要内容。

（1）升档车速的试验内容

1）升档车速是否正常，是否出现提前



换档或换档滞后。

2）换档时是否平顺，是否出现冲击、打滑或异响。

（2）升档车速试验的方法　将变速杆置于D位，打开O/D档开关，踩下加速踏板将节气门稳定在某一开度，使汽车起步加速。当觉察到自动变速器换档（车身有轻微地冲动感）时，记录下各升档时的车速，然后与被测车自动变速器换档图中的有关数据对照，看其是否在规定的范围之内。

（3）升档试验测试结果的故障影响

1）一般4速自动变速器在节气门开度保持50%时，由1档升2档的升档车速为25~35km/h，2档升至3档的升档车速为55~70km/h，3档升至4档（超速档）的升档车速为90~120km/h。只要升档车速其本保持在上述范围内，而且试车行驶中加速良好，无明显的换档冲击，就可认为其升档车速基本正常。则可初步判定节气门位置传感器、节气门阀拉索、车速传感器及控制系统基本正常。

如果升档车速过低，一般是控制系统的故障所致，而升档车速过高则可能是控制系统或换档执行机构的故障所致，应重点检查节气门位置传感器、车速传感器、节气门阀拉索和控制阀中的节气门压阀、速控阀和主油路调压阀。

2）电控自动变速器的换档冲动十分微弱，如果感觉换档冲动过大，表明自动变速器的控制系统或换档执行机构有故障，其原因可能是主油路油压过高或换档执行机构打滑。

3）升、降档点车速是不一样的，降档点的车速比升档点的车速低，但自动变速器发生故障时不易察觉，所以在道路试验中无法检验降档车速，一般只通过升档车速判断自动变速器有无故障。

360. 怎么进行锁止离合器工作状况的试验？

道路试验中可以对液力变矩器的锁止离合器工作质量进行检查，将汽车加速至超速档并以高于80km/h的速度行驶，节气门保持在低于50%开度的位置，使变矩器进入锁止状态。此时快速将加速踏板踩下，使节气门至2/3开度，同时检查发动机转速的变化情况。

如果发动机转速没有太大变化，表明锁止离合器处于接合状态；若发动机转速升高很多，则表明锁止离合器没有接合，其原因是锁止控制系统有故障。

361. 怎么进行发动机制动性能试验？

如无发动机制动，则应检查单向离合器的作用是否正常。

汽车在下坡时，因自身惯性而加快滑行速度，为稳定车速，需要长时间利用行车制动器制动减速，这样制动器容易发生热衰退，而使制动性能下降，利用发动机运转的惯性进行反拖制动，可以在汽车下长坡时减轻制动器负担。自动变速器的2档和1档设置有这种功能。试验时将车速提高，然后将变速杆置于2档或1档位置，观察汽车的速度是否下降很快，如无发动机制动，则应检查单向离合器的作用是否正常。

362. 怎么进行强制降档试验？

如无发动机制动，则应检查单向离合器的作用是否正常。

检查自动变速器强制降档功能时，应将变速杆置于D位，保持节气门开度为30%左右，再以2档、3档或者超速档行驶时突然将加速踏板完全踏到底，节气门全开，检查自动变速器是否被强制降低一个档位。在强制降档时，发动机转速会突然升到4000r/min左右，并随着加速升档，转速逐渐下降。

如果踏下加速踏板后没有出现强制降档，说明强制降档功能失效。如果强制降档时发动机转速升高异常，并在升档时出现换档冲击，说明换档执行元件打滑，需要拆解变速器进行检修。

363. 怎样检测电磁阀供油限压阀阀孔？

（1）故障判断　AFL 油路主油压是经过 AFL 阀进行调控的，而平衡油路用来决定 AFL 阀位置（AFL 油路开口的大小）。如果 AFL 阀右端的阀孔部分磨损，从平衡油路来的油压就会从右边的泄油孔漏出。如果 AFL 阀中部的阀孔部分磨损，平衡油路的油就会从主油路孔漏出。

（2）检测方法　可以在 AFL 阀的平衡油路上进行“湿气测试”来对阀孔进行检测。具体操作是：

先将 ATF 注满油路的某个区域，然后用气压较低的压缩空气吹 ATF 油，保持阀在不被移动的情况下将 ATF 挤出油路。如果液体无延迟地立即从阀孔和阀之间的间隙排出，就说明此处的阀孔与阀的间隙已出现问题。这里的关键点是，压缩空气的压力必须被调节至小于 $2.1\mathrm{kg/cm^2}$（即 200kPa），并且液体的渗漏量应该是最小的（这个测试需要利用经验来进行判断）。

对于 4T65-E 的 AFL 阀孔，将少量 AFL 油放入 ATF 平衡油路孔，然后使用低压力的压缩空气往孔里吹，同时保持阀的位置不被吹动。如果有过量的空气或油从阀漏出到泄油孔或主油压孔，说明磨损已经超过正常范围，需要对阀孔进行修复。



第二节　故障诊断与维修操作

364. 通用 4T65-E 变速器中增压阀的常见故障有哪些？

增压阀的常见故障一般为磨损导致。

1）4T65-E 的增压阀套的内壁由于增压阀的偏磨而导致磨损，使增压阀被卡在阀套内，或者过度的磨损导致漏油。有趣的是，根据增压阀套内的磨损情况不同，既会产生主油压过低，也会产生主油压过高的现象。

2）当增压阀磨损时，有两种情况会导致主油压不足：

① 由于增压阀磨损导致漏油，以致增压阀不能推动弹簧到正常位置。磨损而导致的漏油就会减弱增压信号的强度，使增压不足。

② 由于增压阀磨损或磨屑的存在，导致增压阀被卡在其低增压的位置。这两种情况都会使主油压不足或增压不足。

3）增压阀的磨损也会导致另一种看似完全相反的现象—主油压过高。同样是增压阀的磨损，有两种情况会导致增压阀产生过高的主油压：

① 增压阀被卡在了其高增压的位置而不能回复到正常位置。

② 出现交叉渗漏。

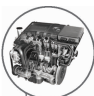
增压阀的渗漏导致转矩信号油漏到倒档增压油路中，使压力同时作用在增压阀芯表面和倒档增压阀芯表面，从而产生额外的推力推动主调压阀，导致过高的主油压。

如果在倒档时产生交叉渗漏，主油压不仅会作用在倒档增压阀的作用面上，而且会漏到另一端，作用在增压阀芯左边大的作用面上，较高的主油压作用在较大的作用面积上，使之产生大的额外推力，主调压阀因此被推到极限，导致主油压升至油泵所能允许的极限，这就是所谓的“主油压增压失控”。

电控的自动变速器内，由于电磁阀产生的高频脉冲信号（PWM），增压阀在高频率的液压信号作用下运动频繁，容易在阀套和阀芯之间造成磨损。在 4T65-E 中，这个增压阀也成为易损元件。

365. 大众 01M/01N 变速器增压阀的常见故障有哪些？

增压阀在压力调节上具有很重要的作用，它推动主调压阀进行主油压调节。



大众01M/01N的这个增压阀有一个弹簧，而一般的增压阀都是位于一个配套的增压阀套内而没有弹簧。由于弹簧的存在，使得这个增压阀和一般的调压阀工作原理相似，因此称之为增压调节阀。它的一端是弹簧力，另一端是EPC电磁阀信号和一个来自主油压的压力来共同决定增压阀的平衡位置，而它的平衡位置则决定了输出的增压信号的大小。

由于增压阀上圆柱的作用面积不同，主油压作用在此阀上的两个作用力，以及电磁阀信号都是向下推动弹簧的，这里真正与众不同的是这些作用力不是使主调压阀增压的，而是相反，起着降压作用。增压阀在没有油压作用时位于阀孔的顶部，这是增压信号最大的位置。当油压开始作用时，它们推动增压阀往下运动，从而对增压信号进行调制。如果由于滑阀或阀孔磨损导致此处漏油，这些作用力在推动增压阀运动时效果就会打折扣，这时就会使增压信号过大，导致主油压过高，在倒档时会产生倒档压力过高和倒档冲击。

由于增压调节阀和主调压阀是一起工作的，因此它们中任何一个阀出现问题，都会出现相同的症状：比如主油压变化异常、入档接合延迟、怠速时发动机熄火、主油路无增压，以及倒档冲击等。

366. 大众09G型6速自动变速器控制单元的故障识别是怎样的？

1）控制单元带有一个故障存储器，如果一个电气/电子部件损坏或者其电路断路或短路，系统能很快查出故障原因。

2）控制单元用电气信号来识别故障。如果受监控的传感器及部件有故障出现，则故障地点信息会存入到故障存储器中。

3）一个故障出现后，首先它会作为稳定故障存储，如果此故障不再出现，则此故障会作为偶然故障存储。

作为偶然故障存储的故障，当进行故障查询时显示“偶然出现故障”，同时在屏幕右侧显示“/SP”，连上打印机将打出“偶然出现故障”。当发动机冷起动40次后，偶然故障自动清除（接着变速器预热）。

4）只有使用车辆诊断、测量和信息系统V. A. S5051或者用故障读取仪，在工作方式1“快速数据传输”状态才能进行自诊断。

367. 变速器机油（DSG油）的作用是什么？怎么维护DSG油变速器？

（1）变速器机油（DSG油）的作用　机油可以将最细小的差速器粉末杂质输送到两个过滤器中，其目的是：差速器齿面上的润滑膜不会破裂并在下一个时刻使其作为压力媒质实现档位设定器的任务。

此外它还将闸门封闭并在换档时辅助同步环。它保存并传输热量，减小噪声。

（2）维护机油质量对于变速器的功能具有决定性的意义。不要在机油里混入添加剂，也不要添加其他的机油。为了能够达到该性能，应在维修中将变速器上的滤清器连同机油一起进行更换。

在下列情况下不必更换滤清器：

1）已经更换了机油冷却器。

2）已经更换了换档轴的密封环。

3）已经更换了法兰轴或插接轴的密封环。

4）已经更换了直接换档变速器控制单元，多片式离合器或机油泵。

5）已经更换了带机油温度传感器G509的变速器。

6）保养周期已达到60000km。

368. 拆卸DSG变速器离合器有哪些重要步骤和要领？

1）为了拆装和安装离合器，必须将变速器牢固地垂直固定在装配台上。

2）拆下离合器盖的卡环。

3）取下离合器盖。

4）拆下卡环（图2-20中箭头位置）。



（安装时必须重新测量和更换该卡环）。

5）取出离合器。

6）取出泵轴。

7）在安装新的离合器后，才安装泵轴。将轴放置在一边。

369. 安装 DSG 变速器离合器有哪些重要步骤和要领？

1）注意 4 个活塞环的正确位置。活塞环切口不得处于重叠状态。

2）将环平稳旋转一周。它必须活动自如并且不允许卡死。

3）检查离合器上是否有一个标记（图 2-20 中箭头位置）。如果没有标记，在维修中要自己设置一个彩色标记。之后应将盖子的凸缘重新安装在这个标记的位置上。

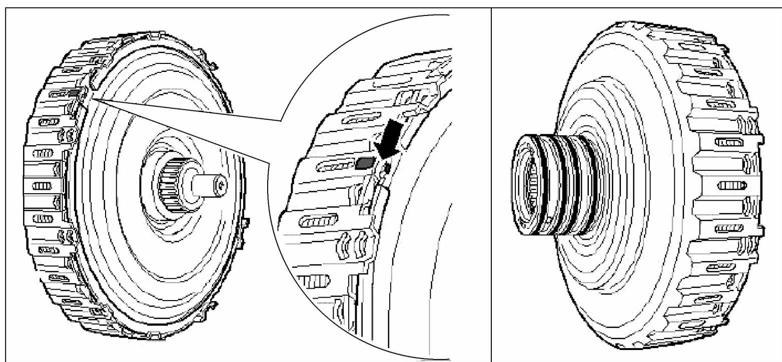


图 2-20　离合器上的标记

370. 测量和调整离合器有哪些重要步骤和要领？

（1）第一次测量

1）将通用千分表支架拧到变速器法兰上。

2）将千分表按键放置在输入轴上。

3）将千分表按键放置在输入轴上。

4）用预紧力把千分表调到 0。

5）将离合器向上抬高至限位位置，然后记下测量结果。

（2）第二次测量

1）将千分表按键放置在大的膜片支架的球形毂上。不得将按键放在卡环上。

2）再次用预紧力把千分表调到 0。

3）再次将离合器向上抬高至限位位置，然后再次记下该结果。

4）现在可以计算，剩余新卡环中的哪一个将被安装，计算公式：

第二次测量结果 - 第一次测量结果加上 1.85mm = 所要安装的卡环的厚度。

① 剩余的新卡环厚度相差均为 0.1mm 的倍数。

② 测量所有的卡环并找出最接近测量结果的卡环。

③ 将厚度为 2mm 的环拆下并用测量过的卡环替换。

④ 将所有剩余的环 2mm 的环废处理掉。

⑤ 卡环原则上只能被安装一次。

5）安装泵轴。

6）安装离合器盖，确保凸缘被标记盖住。

7）取出固定销，安装封盖，在变速器安装之后，对直接换档变速器控制单元 J743 进行基本检测。

371. 拆卸 DSG 变速器控制单元 J743 有哪些重要步骤和要领？

在变速器拆开的情况下不得有污物进入变速器内。特别是对于闲置的直接换档变速器控制单元 J743 或机油泵，污物的进入可能会导致变速器的故障。

（1）控制单元 J743 在变速器中的位置　如图 2-21 所示。

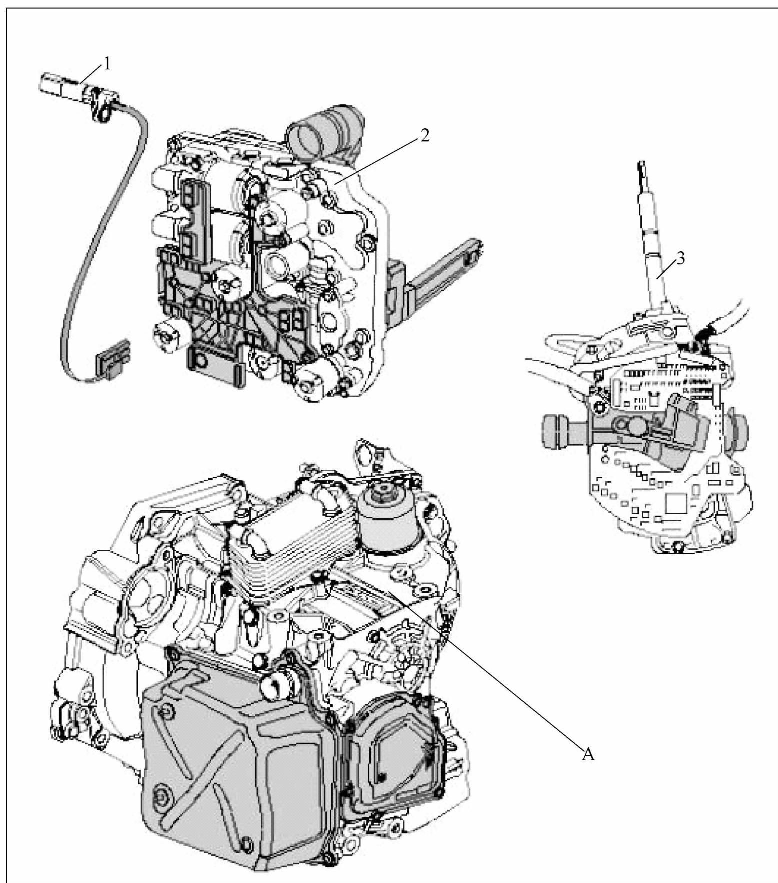


图 2-21　控制单元 J743

A—变速器总成　1—变速器输入转速传感器 G182 和机油温度传感器 G509
2—直接换档变速器控制单元 J743　　3—变速杆 E313。

（2）拆卸变速器控制单元 J743

1）变速杆置于 P 位。

2）在关闭点火开关时，断开和连接蓄电池。

3）拆下隔音垫。

4）拆卸增压空气冷却器和增压空气管之间的连接软管。

5）将变速器盖子的电缆夹拧下（2 个 M6 螺母）。

6）通过旋转将直接换档变速器控制单元的插头锁止件解锁并拔下连接插头。

7）将盖子区域内的导线向上放置。

8）拧出摆动支承附近的螺栓。在该孔中是一个由塑料制成的溢流管（带有 8mm 内六角螺栓，拧紧力矩 3N·m）。其长度决定了变速器内的机油油位，拆下该油管。

9）用 3N·m 的力矩再次拧入溢流管。

10）以对角方式松开和旋出盖子的螺栓。

11）取下盖子和密封件。

12）拆卸机油泵盖。拆下后将会接触控制单元。

这时一定要注意：在日常维修过程中如果接触到金属电气部件，可能会受到电击。其原因是人体上产生的静电。接触变速器控制单元时，静电可能会导致功能故障。所以，在接触变速器控制单元工作之前，请先接触接地物体，例如支撑车辆的举升。

13）用一把小螺钉旋具小心松开带膜片式离合器的油温传感器 G509 的变速器输入转速传感器 G182 插头，并同时用第二把螺



钉旋具将其小心地撬出。拔下插头。从固定凸耳中取出导线。

14）以规定的顺序松开并旋出紧固螺栓。为了方便拆卸，在取出直接换档变速器控制单元时获取活动空间，可以拆下摆动支承。接着将变速器稍微向后倾斜。

15）从变速器壳体中拔出直接换档变速器控制单元，直至背面的传感器臂 B 不再处于变速器壳体内。

16）小心地向下摇出直接换档变速器控制单元 J743。并正确放置好直接换档变速器控制单元（图 2-22）。

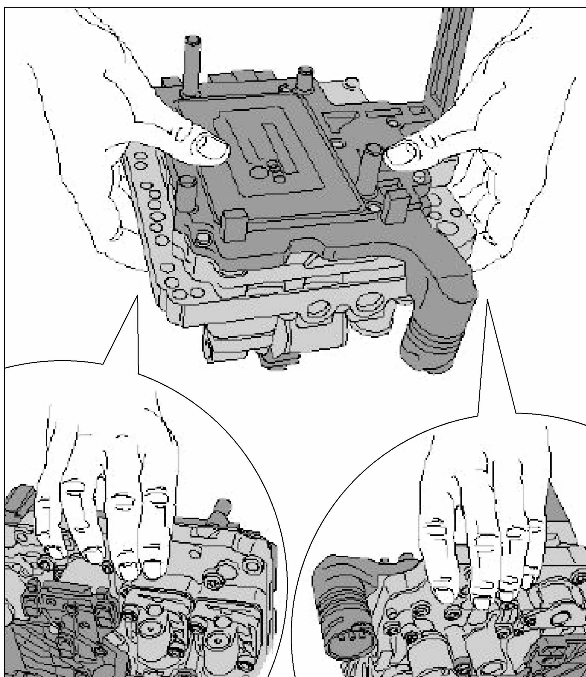


图 2-22 拆卸变速器控制单元 J743

372. 安装 DSG 变速器控制单元 J743 有哪些重要步骤和要领？

安装程序完毕后，更换直接换档变速器的机油和滤清器，进行直接换档变速器控制单元 J743 的基本检测。

1）要注意固定销在变速器壳体的正确位置和传感器臂在变速箱壳体上的导向件的正确位置。不得夹住导线。

2）用手拧入新螺栓 1 至 10，以规定的顺序用 5N · m + 90°（1/4 圈）拧紧螺栓（图 2-23）。

3）将导线 A 挂在上面的固定凸耳，然后挂在下面的固定凸耳箭头中（图 2-23）。

4）插入并卡紧插头。

5）如果重新安装“旧的”直接换档变速

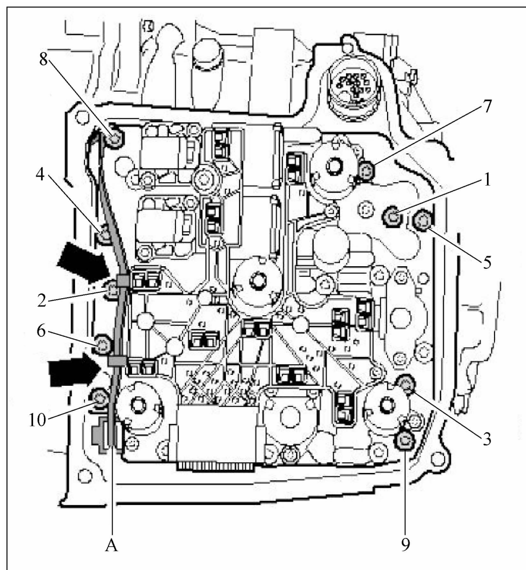
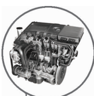


图 2-23 安装变速器控制单元 J743（一）



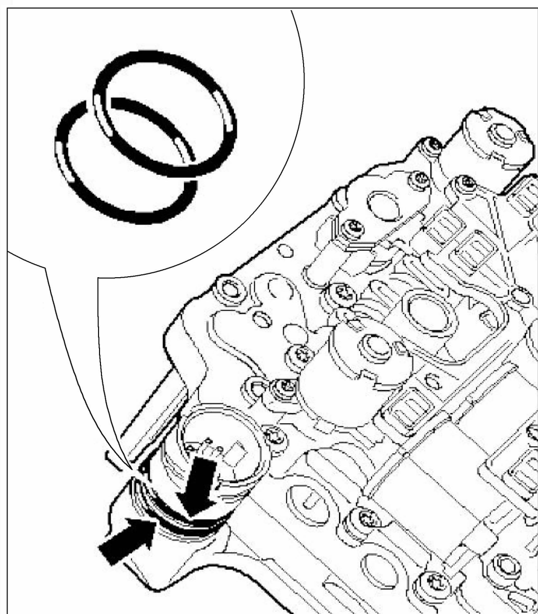


图 2-24 安装变速器控制单元 J743（二）

箱控制单元，应更换两个密封环（图 2-24）。

6）用直接换档齿轮油浸润圆形密封圈（一个新的直接换档变速器控制单元自然也已经包含了新的环）。

7）清洁盖子的密封件和变速器上的密封面。注意密封件的正确位置。

8）放置盖子在直接换档变速器控制单元上，同时不要夹住导线。

9）旋入新螺栓并以对角方式用 10N·m 的力矩分多次拧紧。

10）装上新的机油泵盖并将螺栓（图 2-23中箭头）以对角方式用 8N·m 的力矩分多次拧紧。

11）将电缆夹装在大的盖子上并用 10N·m的力矩拧紧螺母。

12）插上直接换档变速器控制单元 J743 的插头并且通过转动来锁住锁止件。

13）安装增压空气冷却器和增压空气管之间的连接软管。

14）重新安装有可能被拆卸的汽车部件。

15）连接蓄电池搭铁线。

373. 拆卸 DSG 变速器油泵有哪些重要步骤和要领？

可以尝试在无须拆卸变速器的情况下进行机油泵的更换。必须升起汽车并且拆卸前车下部可能配有的全部盖板。不必分开控制臂与减振支柱的连接。

1）拆下左车轮罩内板的下部件。

2）拧出摆动支承附近的螺栓。

3）拆下溢流管，排放机油。

4）再次以 3N·m 的力矩用手拧入溢流管。

5）更换螺栓的密封件。

6）旋出螺栓，然后取下机油泵盖。

7）旋出螺栓，然后从固定销上拔出机油泵，并且拔出机油泵的传动轴。

374. 安装 DSG 变速器油泵有哪些重要步骤和要领？

1）将机油泵驱动轴推入变速器内直至限位位置，同时略微旋转传动轴。每次应使用由金属制成的新密封件。

2）当机油泵安装在传动轴花键上时，应注意在固定销上的正确位置。

3）注意，3 个平头螺栓，最上面的是埋头螺栓。

注意力矩：埋头螺栓：8N·m 无转角；平头螺栓：8N·m +90°（1/4 圈）

4）装上新的机油泵盖并以对角方式用 8N·m 的力矩分多次拧紧新螺栓。

5）此时必须加注“新的”机油并调整正确的油位。更换直接换档变速器的机油和滤清器。

6）安装左轮罩内板及其他相关部件。

375. 汽车不能行驶的故障表现是什么？是什么原因？

（1）故障表现 无论变速杆位于倒档、前进挡或前进低速档，汽车都不能行驶；冷车起动后汽车能行驶一小段路程，但热车状



态下汽车不能行驶。

（2）分析思路/可能的故障原因

1）自动变速器油底渗漏。

2）油泵进油滤网堵塞。

3）主油路严重泄漏。

4）油泵损坏。

（3）检查和排除

1）检查自动变速器内有无液压油。方法：拔出自动变速器的油尺，观察油尺上有无液压油。如有严重漏油处，应修复后重新加油。

2）拆下主油路测压孔上的螺塞，起动发动机，将变速杆拨至前进档或倒档位置，检查测压孔内有无液压油流出。

3）若主油路侧压孔内没有液压油流出，应拆卸分解自动变速器，更换油泵。

4）若主油路测压孔内只有少量液压油流出，油压很低或基本上没有油压，应检查油泵进油滤网有无堵塞。如无堵塞，说明油泵损坏或主油路严重泄漏，应拆卸分解自动变速器。

5）若测压孔内有大量液压油喷出，说明主油路油压正常，故障出在自动变速器中的输入轴、行星排或输出轴。

376. 自动变速器打滑的故障表现是什么？是什么原因？

（1）故障表现　起步时踩下油门踏板，发动机转速很快升高但车速升高缓慢；行驶中踩下加速踏板加速时，发动机转速升高但车速没有很快提高；平路行驶基本正常，但上坡无力，且发动机转速很高。

（2）分析思路/可能的故障原因

1）液压油油面太低；液压油油面太高，运转中被行星排剧烈搅动后产生大量气泡。

2）离合器或制动器摩擦片、制动带磨损过甚或烧焦。

3）油泵磨损过甚或主油路泄漏，造成油路油压过低。

4）单向超越离合器打滑。

5）离合器或制动器活塞密封圈损坏，导致漏油。

6）减振器活塞密封圈损坏，导致漏油。

（3）检查和排除

1）自动变速器在所有前进档都有打滑现象，则为前进离合器打滑。

2）自动变速器在变速杆位于D位时的1档有打滑，而在变速杆位于L位或1位时的1档不打滑，则为前进单向超越离合器打滑。若不论变速杆位于D位或L位或1位时，1档都有打滑现象，则为低速档及倒档制动器打滑。

3）自动变速器只在变速杆位于D位时的2档有打滑，而在变速杆位于S位或2位时的2档不打滑，则为2档单向超越离合器打滑。若不论变速杆位于D位或S位或2位时，2档都有打滑现象，则为2档制动器打滑。

4）在3档有打滑现象，则为倒档及高速档离合器打滑。

5）超速档时有打滑现象，则为超速制动器打滑。

6）在倒档和高速档时都有打滑现象，则为倒档及高速档离合器打滑。

7）在倒档和1档时都有打滑现象，则为低速档及倒档制动器打滑。

377. 换档冲击过大的故障表现是什么？是什么原因？

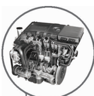
（1）故障表现在起步时，由停车档或空档挂入倒档或前进档时，汽车振动较严重；行驶中，在自动变速器升档的瞬间汽车有较明显的闯动。

（2）分析思路/可能的故障原因

1）发动机怠速过高。节气门拉索或节气门位置传感器调整不当，使主油路油压过高。

2）升档过迟。真空式节气门阀的真空软管破裂或松脱。

3）主油路调压阀有故障，使主油路油



压过高。

4）单向阀钢球漏装，换档执行元件（离合器或制动器）接合过快。

5）换档执行元件打滑。油压电磁阀不工作。电子控制单元故障。

（3）检查和排除

1）检查发动机怠速。

2）检查真空式节气门阀的真空软管。如有破裂，应更换；如有松脱，应重新连接。

3）路试，如果有升档过迟的现象，则说明换档冲击大的故障是升档过迟所致。如果在升档之前发动机转速异常升高，导致在升档的瞬间有较大的换档冲击，则说明离合器或制动器打滑。

378. 升档过迟的故障表现是什么？是什么原因？

（1）故障表现在汽车行驶中，升档车速明显高，升档前发动机转速偏高；必须采用松油门提前升档的操作方法，才能使自动变速器升入高速档或超速档。

（2）分析思路/可能的故障原因

1）节气门拉索或节气门位置传感器调整不当；节气门位置传感器损坏。

2）主油路油压或节气门油压太高。

3）强制降档开关短路。

4）控制单元或传感器有故障。

379. 不能升档的故障表现是什么？是什么原因？

（1）故障表现　汽车行驶中自动变速器始终保持在1档，不能升入2档和高速档；行驶中自动变速器可以升入2档，但不能升入3档和超速档。

（2）分析思路/可能的故障原因

1）节气门拉索或节气门位置传感器调整不当，节气门位置传感器损坏。

2）调速器有故障。

3）车速传感器有故障。

4）2档制动器或高速档离合器有故障。

5）换档阀卡滞。

6）档位开关有故障。

（3）检查和排除

1）对于电子控制自动变速器，应先进行故障自诊断。影响换档控制的传感器有节气门位置传感器、车速传感器等。按所显示的故障码查找故障原因。

2）检查档位开关的信号。如有异常，应予以调整或更换。

380. 无超速档的故障表现是什么？是什么原因？

（1）故障表现　在汽车行驶中，车速已升高至超速档工作范围，但自动变速器不能从3档换入超速档；在车速已达到超速档工作范围后，采用提前升档（即松开加速踏板几秒后再踩下）的方法也不能使自动变速器升入超速档。

（2）分析思路/可能的故障原因

1）超速档开关或其他超速电子控制元件有故障。

2）超速行星排上的直接离合器或直接单向超越离合器卡死。

3）超速制动器打滑。

4）档位开关有故障。

5）液压油温度传感器有故障。

6）节气门位置传感器有故障。

7）换档阀卡滞。

（3）检查和排除

1）检查液压油温度传感器在不同温度下的电阻值。并与标准值进行比较。如有异常，应更换液压油温度传感器。

2）检查档位开关和节气门位置传感器的信号。档位开关的信号应和变速杆的位置相符。节气门位置传感器的电阻或输出电压应能随节气门的开大而上升，并与标准相符。如有异常，应予以调整。若调整无效，应更换档位开关或节气位置传感器。



3）检查自动变速器的升档情况。如果不能正常升档，可能为超速制动器打滑，不能实现超速档。如果能升入超速档，但升档后车速不能提高，发动机转速下降，说明超速行星排中的直接离合器或直接单向超越离合器卡死，使超速行星排在超速挡状态下出现运动干涉，加大了发动机运转阻力。如果在无负荷状态下仍不能升入超速档，检查控制系统故障。

381. 无前进档的故障表现是什么？是什么原因？

（1）故障表现　汽车在前进档时不能行驶；变速杆在 D 位时不能起步，在 S 位、L 位（或 2 位、1 位）时可以起步。

（2）分析思路/可能的故障原因

1）前进离合器严重打滑。

2）前进单向超越离合器打滑或装反。

3）前进离合器油路严重泄漏。

4）变速杆调整不当。

（3）检查和排除

1）检查变速杆（档位操纵机构）的调整情况。如果异常，应按照规定程序重新调整。

2）测量前进档主油路油压。若油压过低，说明主油路严重泄漏，应拆检自动变速器，更换前进档油路上各处的密封圈和密封环。

3）若前进档的主油路油压正常，应拆检前进离合器。如摩擦片表面粉末冶金有烧焦或磨损过甚，就更换摩擦片。

382. 无倒档的故障表现是什么？是什么原因？

（1）故障表现　汽车在前进档能正常行驶，但在倒档时不能行驶。

（2）分析思路/可能的故障原因

1）变速杆调整不当。

2）倒档油路泄漏。

3）倒档及高速档离合器或低速档及倒档制动器打滑。

（3）检查和排除

1）检查变速杆的位置。如有异常，应按照规定程序重新调整。

2）检查倒档油路油压。若油压过低，则说明倒档油路泄漏。拆检自动变速器。

3）若倒档油路油压正常，应拆检自动变速器，更换损坏的离合器片或制动器片。

383. 跳档的故障表现是什么？是什么原因？

（1）故障表现　汽车以前进档行驶时，即使加速踏板保持不动，自动变速器仍会经常出现突然降档现象；降档后发动机转速异常升高，并产生换档冲击。

（2）分析思路/可能的故障原因

1）节气门位置传感器有故障。

2）车速传感器有故障。

3）控制系统电路接地不良。

4）换档电磁阀接触不良。

5）控制单元故障。

（3）检查和排除

1）对于电子控制自动变速器，应先进行故障自诊断。如有故障码出现，按照所显示的故障码查找故障原因。

2）测量节气门位置传感器。如有异常，应更换。

3）测量车速传感器。如有异常，应更换。

4）阀板或控制单元故障。

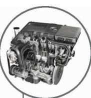
5）检修控制系统相关线束。

384. 挂档后发动机怠速易熄火是什么原因？

（1）故障表现　发动机怠速运转时将变速杆由 P 位或 N 位换入 R 位、D 位、S 位、L 位（或 2 位、1 位）时发动机熄火；在前进档或倒档行驶中，踩下制动踏板停车时发动机熄火。

（2）分析思路/可能的故障原因

1）发动机怠速过低。



2）阀板中的锁止控制阀卡滞。

3）档位开关有故障。

4）输入轴转速传感器有故障。

385. 无发动机制动是什么原因？

（1）故障表现　在行驶中，当变速杆位于前进低速档（S、L或2、1）位置时，松开加速踏板，发动机转速降至怠速，但汽车没有明显减速；下坡时，变速杆位于前进低速档，但不能产生发动机制动作用。

（2）分析思路/可能的故障原因

1）档位开关调整不当。

2）变速杆调整不当。

3）2档强制制动器打滑或低档及倒档制动器打滑。

4）控制发动机制动的电磁阀有故障，阀板有故障。

5）自动变速器打滑。

6）控制单元故障。

386. 不能强制降档是什么原因？

（1）故障表现　当车辆以3档或超速档行驶时，突然将加速踏板踩到底，自动变速器不能立即降低一个档位，致使汽车加速无力。

（2）分析思路/可能的故障原因

1）节气门拉索或节气门位置传感器调整不当。

2）强制降档开关损坏或安装不当。

3）强制降档电磁阀损坏或线路短路、断路。

4）阀板中的强制降档控制阀卡滞。

387. 无锁止故障是什么原因？

（1）故障表现　汽车行驶中，车速、档位已满足锁止离合器起作用的条件，但锁止离合器仍没有产生锁止作用；汽车油耗比较明显。

（2）分析思路/可能的故障原因

1）液压油温度传感器有故障。

2）节气门故障。

3）锁止电磁阀有故障或线路短路、断路。

4）锁止控制阀有故障。

5）变矩器中的锁止离合器损坏。

（3）检查和排除

1）对于电子控制自动变速器，应先进行故障自诊断，检查与锁止控制有关的部件包括液压油温度传感器、节气门位置传感器、锁止电磁阀等。

2）如果控制系统无故障，则应更换变矩器。

388. 自动变速器异响的故障表现是什么？是什么原因？

（1）故障表现　在汽车运转过程中，自动变速器内始终有异常响声；汽车行驶中自动变速器有异响，停车挂空档后异响消失。

（2）分析思路/可能的故障原因

1）油泵因磨损过甚或液压油油面高度过低、过高而产生异响。

2）变矩器因锁止离合器、导轮单向超越离合器等损坏而产生异响。

3）行星齿轮机构异响及换档执行元件异响。

389. 造成摩擦片烧损的具体故障表现是什么？是什么原因？

摩擦片烧损的具体故障表现：汽车不能升档；容易出现换档冲击；容易出现打滑现象，加速无力；发动机制动无力。其主要原因是油压不足所导致。

案例：

（1）故障表现　发动机转速在2000r/min以下倒车不能行驶。必须加速在2000r/min以上。传动比数据错误，通常有故障码出现。

（2）针对故障表现检查故障生成位置或部件　拆下并分解自动变速器，发现内部有



多组摩擦片被烧损，离合器 B（倒档传动）损坏最为严重。该变速器：制动器 C（2、3、5 档传动）、离合器 A（1、4 档传动）、离合器 E（4、5 档传动）。

传动比数据错误是源头是机械部件打滑，应重点检查离合器、制动器以及液压部件。

（3）针对故障表现分析问题　是摩擦片间隙过大导致离合器 B 活塞的工作行驶过大，造成泄漏，导致离合器 B 烧损。油道泄漏，最终造成摩擦片烧损。

390. 制动器活塞发生故障的表现是什么？是什么原因？

（1）故障表现　发动机转速在 2000r/min 以下倒车不能行驶。必须加速在 2000r/min 以上。

注意发生故障的条件和环境，如车辆温度。

（2）针对故障表现检查故障生成位置或部件

1）拆下并分解变速器总成，彻底检查制动器 B2，发现制动器 B2 的摩擦片有轻微的烧蚀迹象。

2）拆下制动器 B2 的活塞，发现该活塞很硬，与液压缸的配合很松旷。

3）检查其他离合器和制动器，没有问题。更换制动器 B2 活塞，故障彻底排除。

因为 2 档和 4 档共同的执行元件是制动器 B2，根据本实例故障表现，重点检查该执行元件。

（3）针对故障表现分析问题　制动器 B2 的活塞是胶质活塞，在冷车状态时没有弹性，出现泄压。此时若缓慢加速，则制动器 B2 的工作油压较低，泄压会更为明显，造成制动器 B2 接合时打滑，入档时冲击较大，出现闯车现象。热车后活塞恢复弹性，因此故障现象有所减弱，甚至消失。

（4）维修总结　行星齿轮机构维修中，本实例表现了制动器活塞的特性，这种特性跟温度有直接关系。

391. 01M 自动变速器换档电磁阀的作用是什么？怎么进入应急状态？

1）电磁阀 N88、N89、N90、N92、N94 是开关阀，作用是打开或关闭某一油道；其中 N88、N89、N90 是换档电磁阀，受控于控制单元，然后再控制液压开关阀而换入某个档位；N92、N94 是换档平顺阀，作用是保证换档过程平顺。

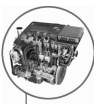
电磁阀 N91、93 是油压调节阀，作用是调节油液的压力；N91 是锁止离合器油压调节阀，控制单元通过 N91 来调节锁止离合器压力大小；N93 是离合器和制动器油压调节阀，控制单元单元通过 N93 来调节离合器和制动器油压大小。

2）电磁阀中任何一个出现故障，控制单元没有替代功能，但是变速器在机械设计上具有回家功能，当控制单元不工作、拔开电磁阀插头或多功能（档位）开关插头、元件故障等，均进入应急运行；即变速杆置于 D 位、3 位、2 位，无论起步、行驶均为 3 档；变速杆置于 1 位，以 1 档行驶；变速杆置于 R 位，以倒档行驶。

392. 怎么检查和排除 01M 自动变速器换档电磁阀故障？

（1）故障概述　宝来轿车，配置 01M 4 速自动变速器，该车最高时速不能超 100 km/h，行驶中无升档和降档。

（2）检查与排除　首先读取故障码，连接故障诊断仪，进入自动变速器控制单元查询故障码，储存有一个故障码。宝来轿车自动变速器控制单元 J217 的管理策略是如果发生可造成自动变速器控制单元无法识别换档时刻的传感器信号丢失或换档电磁阀存储故障码时，自动变速器进入应急状态，将变速器固定在 3 档行驶。



对连接各电磁阀的排线进行测量，拆下电磁阀，按照电路图将万用表红笔分别触T10各针脚，黑笔分别触各电磁阀插座相应插孔进行测量。对电磁阀排线做导通性检测，发现插接器到N89间导线断路。摇动导线时，产生时通时断现象。

自动变速器进入3档应急运行，确定故障原因是电磁阀N89的正极与控制单元之间导线断路。阀体上的7个电磁阀与箱体插头采用印刷电路（软塑料片上压入铜箔），由于振动、腐蚀、老化、过电流等原因，印制电路的铜箔会出现断裂。

更换自动变速器电磁阀排线总成，进行路试验收测试，清除故障码，行车正常，故障排除。

393. 怎么检查和排除01M自动变速器变矩器锁止离合器控制故障？

（1）故障表现　车辆在静止时由制动入动力档，发动机有时熄火，或入动力档发动机抖动严重。同时还表现出换档冲击、自动变速器温度高、低速快停车时感觉车前行力量大，踩制动车停不住，制动力差等。

（2）故障分析和排除　更换TCC控制阀（阀体修理包）解决该问题。这一般都是由于ATF过脏或操作时部件清洗得不够干净，导致液压控制阀体里的TCC锁止控制阀出现卡滞现象形成的，这是大众AG401系列自动变速器最常见的问题之一，主要原因是TCC锁止增压阀阀套是铝制的，特别容易磨损，磨损后会造成增压阀运动干涉或出现卡滞现象，从而出现刹车入动力档发动机熄火或入动力档发动机抖动的现象。

394. 怎么检查和排除01M自动变速器2档升3档打滑故障？

1）如果是单纯打滑问题是比较容易解决的，它无非在于系统提供低油压、2档换3档元件交替转换时出现了时间差的问题（B2制动器释放压力，K3离合器建立压力）、K3离合器本身问题以及摩擦材料的质量问题等。

2）单纯打滑问题看似简单，但实际它综合了自动变速器的电子控制、液压控制和机械传动控制。

① 电子控制问题。输入信息和执行器都比较重要，这是因为电脑只有接收到准确的输入信息才能计算出合适的工作压力，调节出的工作压力正常与否又取决于执行器主油压调节电磁阀的工作性能。

如果输入信息无误、控制单元本身没有问题，执行器工作性能变差也会导致出现低油压形成打滑现象。

② 液压控制问题。如果负责换档控制的电磁阀N89和N90在2档换3档时，阀芯动作迟缓会使B2换档阀、B2协调阀和K3换档阀动作不协调，从而出现2档升3档打滑。

③ 机械传动控制。2~3档的形成主要靠K3离合器工作来完成，因此如果K3离合器本身存在问题，也会造成变速器在执行2档换3档时出现打滑现象。在宝来01M变速器2档升3档打滑故障中，故障经常出在液压和机械方面。只有个别问题出在控制单元、主油压调节电磁阀和节气门位置传感器等。

395. 怎么检查和排除01M自动变速器2档升3档冲击故障？

2档升3档冲击是个比较复杂的故障，分析这样的问题一定要综合全面，然后逐一排查。01M自动变速器控制单元具有自适应学习功能，因此在大修或者更换电子元件时必须长时间试车。2~3档冲击的问题同样要多运行一段时间来完成自适应学习功能。

（1）控制信息故障　当节气门位置传感器TPS或空气流量传感器MAF提供给控制单元错误信息时，例如节气门体过脏或空气流量传感器故障等，控制单元便调节出错误压力特别是由低速档转换直接档时（2~3档）便出现2档升3档打滑或冲击的问题。



所以有时候换了一个空气流量传感器或者将节气门体清洗并匹配一下，或许问题解决了。

（2）液压控制系统　如果液压控制系统提供换档油压过高（主油压调节电磁阀）、影响换档品质的 N92（其所控制的平顺阀）和 N94 电磁阀不能在 2～3 档换档点上瞬间延缓油压建立的速度而实现减矩控制、或者 B2 和 K3 协调阀工作不稳定等都会导致变速器在执行 2～3 档时出现冲击感。

（3）维修工艺　在大修自动变速器时，由于 1～3 档离合器 K1 和 3/4 档离合器 K3 之间为花键紧配合连接，因此在分解时如果没有利用专用工具分解很容易导致 K1 或 K3 鼓变形，因此如果 K3 鼓变形也会导致自动变速器在 2～3 档时出现冲击现象。

396. 怎么检查和排除 01M 自动变速器超速档打滑故障？

（1）故障表现　某帕萨特 B4 轿车 01M 自动变速器，在正常高速行驶时，出现发动机空转现象。3 档升 4 档打滑严重。

（2）检查与分析

1）执行故障诊断仪检测，发现故障码只有 01192，其故障含义是变矩器机械故障，并同时进行动态数据流测试。清除故障码再次进行路试，结果 01192 故障码再次重现。

2）设置 01192 故障码的条件是变矩器锁止离合器滑差转速超出 ECU 内部设置的极限值时。

根据变矩器锁止离合器的工作过程，车辆出现 01192 故障码时，不能单一去考虑变矩器锁止控制问题。

3）3 档升 4 档打滑应该是超速档 4 档执行元件工作不正常，或者是电控系统指令错误、液压控制系统、换档电磁阀以及控制油路存在泄漏现象。超速档执行元件为 K3（3/4 档离合器）和 B2（2/4 档制动器）。而换档电磁阀 N90 控制 K3 离合器，N89 控制 B2 制动器，B2 制动器为 2 档与 4 档公用元件，而变速器在执行 1 档升 2 档时没有打滑现象，应该说明 B2 制动器不会有问题，那么极有可能就是 K3 离合器本身或控制系统有问题，由于 K3 离合器是 3 档与 4 档的共用元件，3 档升 4 档打滑严重，而 2 档升 3 档轻微打滑是因为 3 档为直接档，K1（1/3 档离合器）离合器和 K3 离合器同时工作，而 4 档为超速档，K3 离合器这时必须作为主动元件出现。

（3）故障排除　分解变速器，发现 K3 离合器的确烧损严重，烧损 K3 离合器的原因应该在于液压控制阀体的供油压力上。清洗变矩器，更换 K3 总成，清洗液压控制阀体并更换换档电磁阀 N90 及所有密封元件，故障排除。

397. 怎么检查和排除 01N 自动变速器没有超速档故障？

（1）故障表现　某帕萨特轿车，搭载 01N 型 4 速电控自动变速器。有时候没有超速档。当节气门开度比较大时，3 档无法换入超速档，但 1 档升 2 档和 2 档升 3 档正常；在正常行驶情况下，当变速器进入超速档后，这时突然深踩加速踏板变速器降至 3 档（强迫降档开关接通），然后再平稳运行变速器就无法换入超速档。该车在事故中被撞伤过变速器，之前更换过阀体总成。

（2）检查与分析　执行故障诊断仪检测和数据流分析，发现只有 00652 故障码，意思是档位开关监控信号不可靠。

这样的话，该变速器的故障在机械或者电控方面均存在问题。因为只有在各输入信号都正常的情况下，ECU 才能对电磁阀发出相应的各档换档指令信号。如果换档指令信号正常，而变速器运行异常，说明问题存在机械方面。几次路试发现故障码 00652 只有在 D 位才会出现，而在其他档位均不会出现。

排除变速器车速传感器及其线路故障，由于阀体总成是更换过新的不长时间，所以



暂时不考虑阀体问题。

离合器和制动器可以通过变速器在没有装阀体的前提下，对其进行空气压力试验来确定它们的密封性能。

4 档运行时总出现打滑现象。问题很可能是由于机械原因引起的。

（3）故障排除　解体变速器进行彻底检查。拆卸阀体总成时，发现维修工不是将手动阀操纵杆脱开，而是将一般情况下不用拆的手动阀操纵杆固定螺栓拆下了。由于手动阀装配位置不正确，造成变速器 4 档执行元件的工作油压偏低，而引起 4 档工作不正常的现象，最终致使 K3 离合器片烧损。

更换 K3 离合器组件，重新调整手动阀位置，故障彻底排除。在维修大众系列变速器时最好不要拆手动阀连动杆螺栓，在拆卸阀体时慢慢地将手动阀连动杆脱开即可。如果拆手动阀连动杆螺栓，应按照规定调整好其位置。手动阀的调整如图 2-25 所示。



图 2-25　01N 自动变速器手动阀位置调整

398. 什么情况下自动变速器执行升降档位？

当汽车需要加速的时候，变速器必须执行换高速档，这时变速器 ECU 会根据车速的加快以及节气门开度的变化指令换档电磁阀执行高速档状态；而通常变速器的降档是在汽车滑行由于地面阻力而车速下降时实现的，或者是通过施加制动使车速下降实现的，还有就是当汽车行驶阻力特别大，发动机动力不足时（爬坡）变速器会降低一个档位。

因此，任何一款正常的变速器无论是 ECU 控制换档，还是全液压控制换档，它的升降档曲线都不会重叠。

399. 怎么检查 01M 自动变速器升降档重叠故障？

（1）故障表现　某帕萨特 B4 轿车，AG401M 自动变速器，大修后出现 3 档升 4 档和 4 档降 3 档点重叠现象，也就是说变速器在 60km/h 从 3 档换入 4 档，同时在 4 档降至 3 档也是 60km/h 的车速。

（2）检查与分析　该变速器 3 档升 4 档和 4 档降 3 档的油路转换主要是靠 ECU 通过接收两个主要信号实现的，即反映发动机负荷的节气门开度信号和反映实际车速的变速器输出转速信号。ECU 通过数据分析、计算以及和内部换档程序的对比，最终指令换档电磁阀工作，电磁阀通断工作就会改变 3 档



升4档和4档降3档的油路转换，这样就实现了3/4档的切换。

根据该变速器故障现象，首先要考虑TPS信号和VSS信号。可以通过读取数据流的方式来进行故障检测，看TPS是否在4.5~0.4V范围变化以及VSS的电压信号变化。

400. 怎么检查帕萨特01N自动变速器档位不正确故障?

(1) 故障表现　某帕萨特01N自动变速器，挂手动2档却出现3档的车速。该车只要稍微加速手动2档上，车速就能超过90km/h。

(2) 检查与分析　正常情况下变速器在手动2档时最高车速不会超过80km/h，大众系列变速器挂手动2档却出现3档的车速说明变速器控制单元进入失效保护。变速器在进入失效保护后，电控系统退出控制，除手动1档和倒档正常外，D位和其他手动档均为所有换档电磁阀都不工作的档。如奔驰系列为2档，大众系列为3档。即大众系列变速器控制单元进入失效保护后，手动2档和D位上只有1个3档，所以挂手动2档出现3档的车速。

(3) 故障排除　检修时应围绕电控部分进行检查。因为该变速器之前进行过大修，经检查发现控制阀上电磁阀印制导线的压板装反，导致换档电磁阀端子出现接触不良。重新安装印制导线的压板后，变速器档位恢复正常，故障排除。

401. 怎么检查途胜越野车不能自动换档故障?

(1) 故障表现　某现代途胜越野车使用的是和三菱帕杰罗越野车一样的V4A51自动变速器（辛普森式）。新车就发现在“D”位只有1个档无法换档。

(2) 故障分析　新车变速器进入失效保护后，在D位只有1个档，无法换档，通常应是电气方面故障，调取故障码为输入轴转速传感器信号丢失。汽车行驶中变速器控制单元根据输入轴转速传感器和车速传感器信号，再参照档位信号和其他传感器信号，监测变速器内离合器和制动器是否打滑，如发生打滑就会进入失效保护，留下故障码“某档位传动比不对”。

分解变速器，发现输入轴转速传感器的转子安装在前进档离合器鼓上，该离合器鼓轴向位移量为1.3mm，该离合器鼓允许位移量为0.70~1.20mm，分解其他同类自动变速器，离合器鼓轴向位移量都在0.70mm之内，可能因气隙过大，导致霍尔式输入轴转速传感器信号丢失。

(3) 故障排除　更换了一个新的离合器鼓，轴向位移量为0.70mm，消除故障码后重新试车，D位上换档恢复正常，故障排除。

402. 怎么检查和排除突然没有倒档故障?

(1) 故障表现　某凯迪拉克轿车使用5L40E自动变速器，突然没有倒档，随后前进档1档升2档时又出现换档冲击。

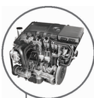
(2) 检查与分析　经检查发现该变速器由于真空调节器膜片破裂，导致自动变速器油被发动机进气管吸入，并进入燃烧室燃烧，使油液液面过低，造成油泵油压过低。虽然基本可保证前进档的主油压，但却无法保证倒档油压的需要，使倒档油压过低，所以前进档基本正常，没有倒档。

油液液面过低造成油泵油压和主油压过低，而润滑油压是由主油压派生出来的，所以又导致润滑油压过低，使行星齿轮机构因润滑不良而磨损。而行星齿轮机构磨损掉下来的金属屑又造成控制阀内1-2换档阀卡滞，导致1档升2档时有换档冲击。

(3) 故障排除　更换1-2换档阀，清洗变速器，更换新的行星齿轮机构。

403. 变速器油温高会导致什么故障?

(1) 故障表现　某宝马740轿车自动变速器油温上升很快，正常自动变速器油温应



低于100℃，但该车在路上行驶时间不长油温就超过130℃。用手摸变速器散热器十分烫手，说明因变速器油温过高，自动变速器控制单元进入失效保护，退出了最高的5档和变矩器锁止工况。

（2）检查和排除　检查发现散热器冷却水管堵塞、气胀，拆下变速器散热器冷却水管，水管口已经被白色沉淀物堵塞。彻底清洗了发动机和变速器的冷却系统，更换新的冷却液后重新试车，变速器油温恢复正常，变速器也能正常升入5档，故障排除。

404. 什么原因导致变速器在P位和N位有异响？

装有传动链的横置式变速器包括自动变速器和无级变速器，在P位和N位（空档）时能听到“嗡嗡”的异常响声。而挂入前进档或倒档后异常响声立即消失。这通常是传动链磨损造成的，更换传动链、主动链轮、从动链轮大多可排除故障。

405. 自动变速器内印制导线损坏会导致什么故障？

执行故障诊断仪检测，读取数据流显示变速器油温达到150℃，用万用表在变速器壳上的油温传感器端子针头上检查电阻值，如果变速器油温上升时传感器电阻值却保持不动，则说明印制导线故障。需要更换印制导线。

1）大众变速器控制阀上的电磁阀和油温传感器的印制导线拆卸时必须使用专用工具，而且必须严格按照厂家规定只能往上撬动，否则很容易损坏。

2）印制导线出问题最常见的是变速器油温传感器的导线短路，短路后即使刚打开点火开关读取数据流也会显示变速器油温特别高，超过正常100℃以上。

3）当变速器控制单元收到变速器油温过高的信号时，会进入失效保护，变速器1档升2档时间严重滞后，发动机转速达到4000r/min时才升入2档，由于升档点严重滞后，所以在升档瞬间有明显的换档冲击。

有些自动变速器油温超过150℃变矩器就无法进入锁止工况，即没有超速档。大众变速器除这些外还会自动降一个档。

406. 自动变速器油泵磨损会导致什么故障？

（1）故障表现　某别克轿车使用4T60E自动变速器，突然发现没有倒档。变速器油没有达到液面高度。

（2）检查与排除　认真路试发现自动变速器不仅没有倒档，而且低速加速不良。这是因变速器油液液面进一步降低后，使油泵油压低于前进档正常时的主油压，除了没有倒档外，还会出现汽车低速加速不良。不仅会造成负责低速档的离合器和制动器烧蚀，而且还会造成由主油压派生出来的润滑油压过低，最终导致行星齿轮机构烧蚀。

主油压检测，如倒档怠速主油压过低，2000r/min或失速时主油压正常，说明油泵早期磨损，应更换油泵。

407. 为什么变速杆不能从P位移出？

驾驶人离开车时必须挂P位，否则无法拔下钥匙。而重新起步时须打开点火开关，先踩下制动踏板，然后变速杆才能从P位移出。

变速杆下端有一个锁止电磁阀，该电磁阀由控制单元根据制动灯开关的信号进行控制。制动灯开关、制动灯开关继电器和变速杆锁止电磁阀中有一项发生故障就会导致变速杆不能从P位移出。

408. 怎么检修和排除凯美瑞轿车1档到4档时加速不良的故障？

（1）故障表现　凯美瑞轿车5速自动变速器，前进中1档到4档时加速不良，上坡时尤其明显。

（2）检查与排除　凯美瑞轿车的U250

变速器超速档行星排中的超速档制动器为过渡档。在复合行星排分别变出1档、2档、3档、4档和倒档时，超速档制动器负责将超速档行星排以直接档形式输出，以保证动力的传递。而超速档单向离合器只是在1档、2档、3档、4档时辅助超速档制动器工作，辛普森式变速器超速档单向离合器打滑后不会造成缺档，但会造成所负责的档动力传递不足。

检查变速器油正常，基本可以确定变速器内没有出现制动器和离合器打滑。

单向离合器打滑后变速器不会造成缺档，在急加速、大负荷时会感觉动力不足。故障原因可以判定为超速档单向离合器打滑。

409. 怎么检修和排除帕萨特轿车升档不顺畅故障?

(1) 故障表现　某帕萨特B5 1.8L轿车，配大众公司生产的型号为AG4 01N的4速电子控制自动变速器，升档不顺畅，有轻微冲击感。D位升档存在时有时无的冲击现象，全部升档后一切正常。之前，变速器因烧摩擦片而进行大修过。

(2) 检查与分析　试车时发现在节气门开度小，经济模式行驶的情况下故障现象时有时无，但在深踩加速踏板，动力模式情况下，故障现象明显且经常出现。无故障码。

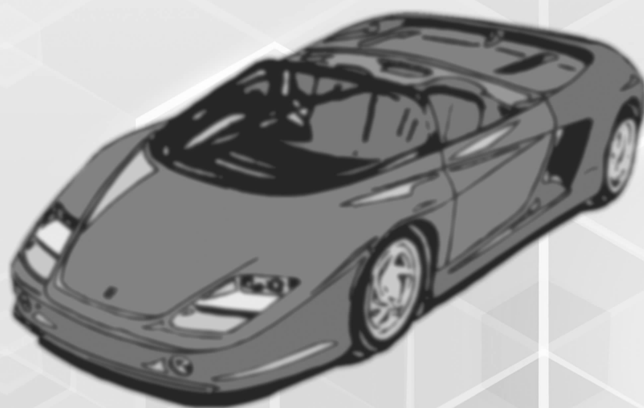
在01N自动变速器中，2档执行元件是N88电磁阀断电控制K1机械阀，使1-3档离合器K1进油，N89电磁阀通电控制B2机械阀，使2/4档制动器B2进油；3档执行元件是N88电磁阀断电级1/3档离合器K1继续进油，N90电磁阀断电控制K3机械阀，使3/4档离合器K3进油。

2-3档切换的元件是N89、N90两个电磁阀，机械阀K1和K3动作后改变油路上的切换，即用油元件的切换就是B2与K3之间的切换。

(3) 故障排除　在保证变速器内部机械元件没有问题的前提下，重点还得检查电控和阀体。01N阀体不容易出现问题，但电磁阀却很容易出现问题。在7个电磁阀中N91、N93两个线性电磁阀以及5个开关电磁阀中有两个是新的，另外3个是原车使用时间很长的，大修时候没有更换。更换电磁阀后，路试升降档一切顺畅，故障排除。

第三章

空调系统维修攻关精练







第一节　通识知识与技能

410. 空调系统由哪些部分组成？

现代汽车空调系统由制冷系统、供暖系统、通风和空气净化装置及控制系统组成。

汽车空调制冷系统由压缩机、冷凝器、储液干燥器、膨胀阀、蒸发器和鼓风机等组成。各部件之间采用铜管（或铝管）和高压橡胶管连接成一个密闭系统。

411. 制冷基本原理是什么？空调制冷系统的工作原理是什么？

液体在变成气体时具有冷却周围环境的性质，这也是汽车冷风原理。汽车空调系统采用的是压缩式制冷循环。

（1）制冷原理　如果出了汗的身体暴露在风中或手上沾了液态酒精，身体或手就会感觉冷，其原因是汗或液态酒精带走了皮肤上的热量，蒸发成了气体。简而言之液体在变成气体时具有冷却周围环境的性质，这也是汽车冷风原理。

（2）空调制冷系统的工作原理　压缩机由发动机直接驱动，由压缩机排出高温、高压制冷气体，通过高压管进入冷凝器，利用温差散热，形成高温高压的液体，经过储液干燥器进入膨胀阀，经过节流、膨胀，通过蒸发器换热，成为低温低压的气体，同时使室内空气降温。循环进行，使车内温度能维持在较舒适的状态。

412. 冷冻油有什么作用？

冷冻油是空调制冷系统中的专用机油，具有润滑、密封、冷却、清洁和降低噪声等作用。

（1）润滑作用　压缩机是高速运动的机器，轴承、活塞、活塞环、连杆和曲轴等零件表面都需要润滑，以减少阻力和磨损、延长使用寿命、降低功耗和提高制冷系数。

（2）密封作用　汽车使用的压缩机都是半封闭式，压缩机的输入轴承需油封来密封，以防止制冷剂泄漏，只有使用冷冻油，油封才能起到密封作用。同时，活塞环上的冷冻油，不仅起减摩作用，也起密封的作用。

（3）冷却作用　压缩机活塞运动的摩擦表面会产生高温，需要用冷冻油来冷却。冷冻油冷却不足，会引起压缩机温度过热、排气压力过高、降低制冷系数，甚至可能烧坏压缩机。

（4）降低压缩机噪声　摩擦的减少，可降低噪声。

413. 空调系统对冷冻油有什么要求？

不同的制冷设备有不同的排气温度和压力，对冷冻油的性能要求也不尽相同，正确选用冷冻油是非常重要的。

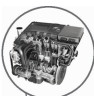
制冷剂是溶解冷冻油的，小型制冷设备的冷冻油和制冷剂一起进行循环。在选择冷冻油时，必须注意空调压缩机内部冷冻油所处的状态，如排气温度、排气压力及吸气温度等。

1）冷冻油与制冷剂、有机材料和金属等接触时不应起任何反应，其热力及化学性能应十分稳定。

2）在制冷循环的最低温度部位也不应有结晶状的石蜡分离、析出或凝固，以保持较低的流动点。

3）即使溶于制冷剂时，也能保持一定的油膜黏度。黏度随着温度的上升而减小，而随着温度的下降而增大，冷冻油的黏度常用运动黏度来表示。运动黏度用于度量润滑油在重力的作用下流动时摩擦力的大小。

4）在压缩机排气阀附近的高温部位不



应产生积炭、氧化，具有较高的热稳定性。

5）冷冻油中不允许有水分，如水分太多，会对空调系统造成一定的损坏或形成冰封。

414. 加注冷冻油要注意哪些事项？

制冷剂不允许混合使用，只允许使用规定用于该车辆的制冷剂。

1）不同规格的冷冻油不能混合使用，否则会引起变质，甚至会造成严重后果，如膨胀阀堵塞、空调压缩机损坏等。

如果不同牌号的冷冻油一起混合，也会变质。变质油的简单检查方法是将冷冻油滴一点到吸水性好的白纸上，过一段时间后，若油滴中央部分有黑色斑点，则说明这种油已经变质，不能使用。

2）不能使用变质的冷冻油，如果冷冻油混入水分，会在氧气的作用下产生一种酸性物质，腐蚀金属零部件。

3）冷冻油极易吸水，所以使用后的冷冻油罐应马上拧紧，在加注或更换冷冻油时，操作要迅速，如没有准备好，不能立刻加油时，不能打开油罐，在加注完后应立即将油罐的盖子密封好。

4）只允许加适量的制冷剂，不允许过量使用，以免降低制冷效果。

415. 制冷剂 R134a 的特点是什么？

目前，车辆空调系统中只使用制冷剂 R134a。

1）R134a（四氟乙烷）的化学成分与 R12（二氯二氟甲烷）不同，不再含有氯原子。

2）R12 无色无味，R134a 有轻微的乙醚味道。

3）R134a 比 R12 易吸收水分（由于氢原子非对称分布而造成吸湿性较强）。

4）R134a 会腐蚀铜和 R12 系统内的各种密封和部件材料。因此绝不允许在 R12 系统内使用 R134a，否则会造成该系统很快毁坏。

416. 制冷剂循环是怎么工作的？

制冷剂循环回路分为低压气态形式、高压气态形式、高压液态形式、低压液态形式 4 个部分。

空调系统不产生冷气（制冷），而是将热量从车内排到车外。制冷剂循环示意图指出了空调系统的工作原理。制冷剂在封闭的循环回路中循环并不断在液态与气态之间转换。其结果是从车内吸收热量并排到车外。

制冷剂循环回路分为高压部分（压力侧）和低压部分（抽吸侧）。其分界点是压缩机上的阀盘和膨胀阀。

如果使制冷剂循环回路进入运行状态，就是说发动机运转时打开空调系统，那么压缩机将从蒸发器抽吸低温气态制冷剂，进行压缩以使其加热（最高 120℃）并将其压入冷凝器内。压缩后的热气体在冷凝器内由流过的外部空气（行驶风或辅助风扇）冷却。

达到对应压力下的露点时制冷剂开始凝结并变成液态。完全变成液态的制冷剂从冷凝器进入储液罐内并聚集在此处。制冷剂流过干燥器时，会过滤掉可能存在的水分和混杂物。

制冷剂从储液罐继续流向膨胀阀。处于高压状态下的液态制冷剂在此喷入蒸发器（低压侧）内。液态制冷剂在蒸发器内降低压力并蒸发。此时从经过蒸发器鳍片的空气中吸收所需要的蒸发热量，从而使空气冷却下来。压缩机吸入已完全处于气态的制冷剂并再次进行压缩。从而结束制冷剂循环。制冷循环过程如图 3-1 所示。

417. 制冷剂循环回路（空调制冷系统）有哪些组件？

制冷剂循环回路主要由压缩机、冷凝器、干燥器/集气室、膨胀阀、蒸发器、软管和管路、调节和控制装置 7 个组件构成。



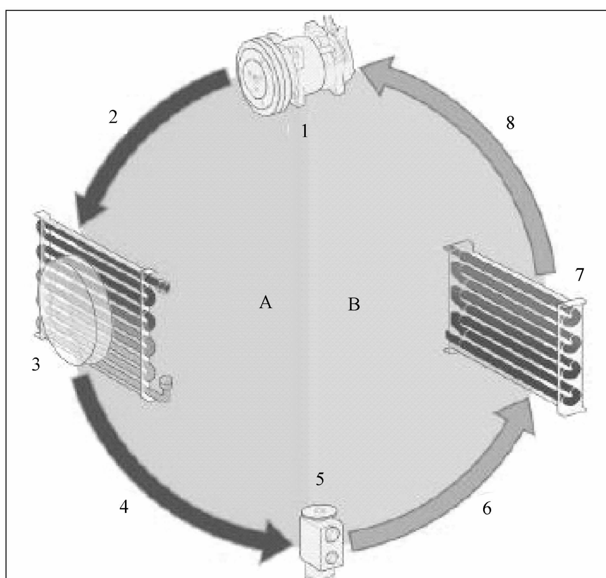


图 3-1 制冷循环过程示意图

A—高压侧 B—低压侧
1—压缩机提高气态制冷剂的压力并由此提高其温度 2—高温和高压下的气态制冷剂
3—冷凝器起散热器或热交换器的作用，流过的空气吸收热量，热制冷剂气体冷却下来并凝结，制冷剂变为液态 4—中温和高压下的液态制冷剂
5—膨胀阀降低制冷剂压力，同时制冷剂温度急剧下降 6—低温和低压下的蒸气形式制冷剂
7—蒸发器使流过的空气冷却下来并除湿，制冷剂吸收热量 8—低温和低压下的气态制冷剂

这些组件连接在一起形成封闭的制冷剂循环回路，制冷剂在该回路中循环。循环中的制冷剂在气态下压缩，以散热方式冷凝，在吸收热量的同时通过降低压力重新蒸发。

制冷剂循环回路及其组件如图 3-2 所示。

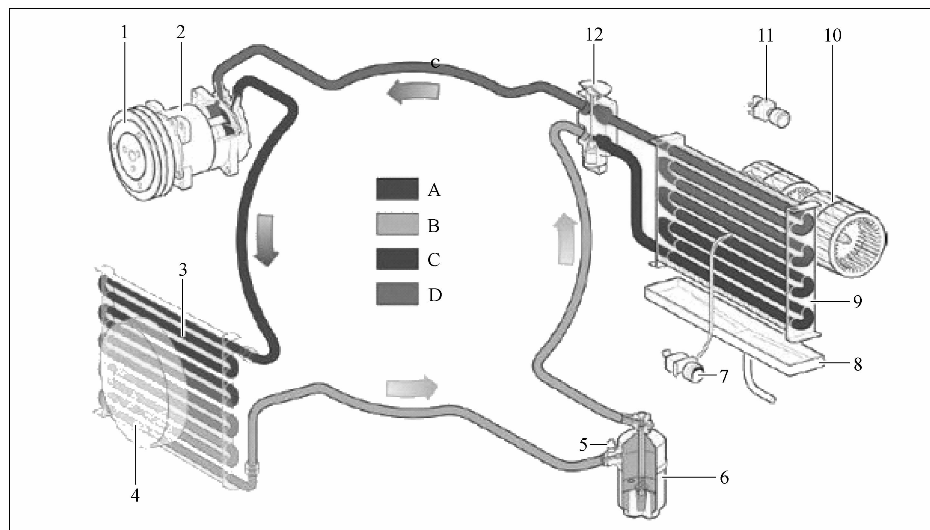
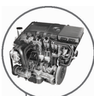


图 3-2 制冷剂循环回路及其组件

1—电磁离合 2—压缩机 3—冷凝器 4—辅助风扇 5—压力传感器 A 高压、气态形式
6—储液罐 B 高压、液态形式 7—蒸发器温度传感器 C 低压、液态形式
8—冷凝水排水槽 D 低压、气态形式 9—蒸发器 10—蒸发器风扇 11—风扇开关 12—膨胀阀



418. 进行制冷剂循环回路方面的工作时要注意哪些事项？

进行制冷剂循环回路方面的工作时，原则上必须遵守以下要求。

1）打开制冷剂循环回路前抽吸出制冷剂。

2）抽吸制冷剂后，按照抽吸量更新制冷剂。

3）更换部件时按照规定量添加制冷剂。

4）每次在循环回路内重新加注制冷剂前，首先抽真空至少30min。

5）只要该系统不密封或维修时敞开时间超过了24h，就要更换储液罐（干燥器）。

6）如果打开了接头，则每次都要更新接头处的密封件并在安装前涂油。

419. 外部调节式空调压缩机有什么特点和功用？

如果需要较高的制冷功率，控制单元(IHKA) 就会控制调节阀。

脉冲宽度调制电压信号使调节阀内的柱塞移动。电压供给的持续时间确定了调节行程。通过调节可以改变高压与曲柄箱内压力之间的调节阀开启截面面积。

（1）特征　采用可变排量以适应制冷功率需求；无电磁离合器和集成式卡止保护功能的带轮传动机构；用于调节压缩机(图3-3)内压力比例的调节阀。

（2）功用　IHKA 控制单元无级控制压缩机内的调节阀。系统根据通风温度、车外温度、车内温度以及蒸发器规定温度和实际温度，通过脉冲宽度调制电压信号改变压缩机曲柄箱内的压力比例。斜盘的倾斜位置随之改变，因此确定了排量和制冷功率。即使空调系统已关闭，多楔带也会带动压缩机继续转动。

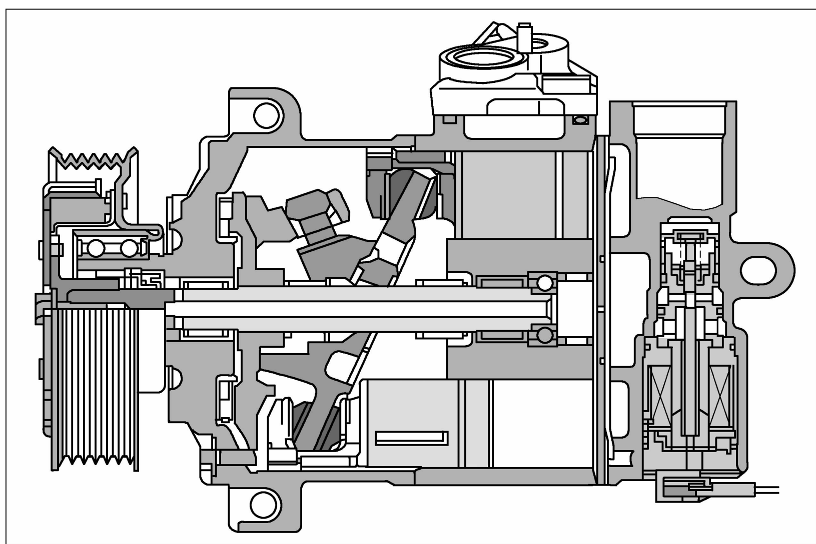


图3-3　外部调节式空调压缩机

420. 储液罐和干燥器是怎么工作的？

储液罐作为制冷剂的膨胀容器和储罐使用。

（1）作用　由于运行条件不同，例如蒸发器和冷凝器上的热负荷以及压缩机转速等，因此泵入循环回路内的制冷剂量不同。为了补偿这种波动，空调系统安装了一个储液罐（图3-4）。来自冷凝器的液态制冷剂收集在储液罐内，蒸发器内冷却空气所需要的制冷剂继续流动。

干燥剂与少量的水发生化学反应并借此将水从循环回路中清除。根据具体型号，干燥剂可以吸收6~12g水。吸收量取决于温

度。温度降低时吸收量提高。例如，如果温度为40℃ 时干燥器饱和，那么60℃时水会再次析出。干燥器还可以过滤掉压缩机磨损产生的颗粒、安装时的污物或类似物质。

（2）工作过程　制冷剂从上面进入储液罐内并沿着壳体内侧向下流动。然后必须经过过滤干燥器以清除水分。制冷剂向上流动。干燥器上方有一个滤网，借此可以过滤可能存在的污物。

虑芯与能够吸水的海绵相似。分子滤网和硅胶吸附水分，除了水分外活性氧化铝还可以吸附酸。

在较新的空调系统中，例如E53、E65、E66、E60、E61、E63、E64、E87和E90的空调系统中，干燥器集成在冷凝器内。因此不再是独立的部件。

压力传感器安装在储液罐上，该传感器根据空调系统内的高压压力输出一个电压信号。

信号以电码形式传输给数字式发动机/柴油机电子系统（DME/DDE）。此后DME/DDE输出用于辅助风扇输出级的控制电压，从而控制相应的风扇档。

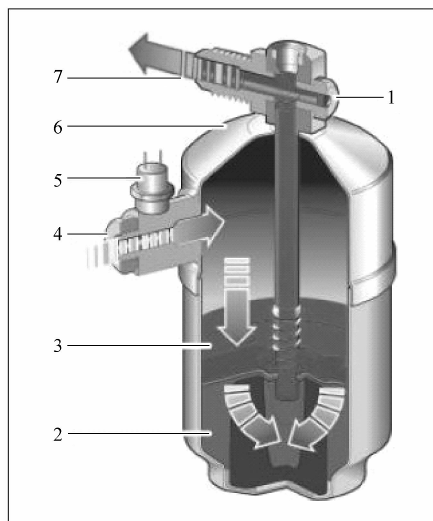


图3-4　外部储液罐和干燥器

1—安全阀　2—过滤干燥器　3—滤网
4—接口（自冷凝器）　5—压力传感器
6—壳体　7—连接膨胀阀的输出接口

冷却液温度过高时也会影响辅助风扇的控制。在带有冷凝器模块（过滤干燥器集成在冷凝器内）的车辆上，压力传感器安装在冷凝器与膨胀阀之间的高压管路内。

421. 蒸发器是怎么工作的？

（1）工作原理　蒸发器安装在自动恒温空调（IHKA）或手动恒温空调（IHKR）的壳体内。它由带有压上式鳍片的蛇形管组成。制冷剂流过蛇形管。风扇将待冷却的空气吹过这些鳍片。为改善热传导效果，鳍片具有较大的表面积。

为了使液态制冷剂尽可能均匀地分布在蒸发器的整个面积上，制冷剂喷入蒸发器内后分为多个大小相同的支流。采用这种结构方式可以提高蒸发器的效率。各制冷剂支流在蛇形管端部处汇集在一起，然后由压缩机再次吸入。

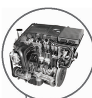
（2）蒸发器的任务　与冷凝器一样，蒸发器也是一个热交换器。它完成空调系统的主要任务，即冷却空气。因此它必须从流过的空气中吸收热量。此外蒸发器还有另一项任务。它从空气中吸收水分，从而使空气变干燥。水分经过冷凝后排到车外。以这种方式干燥过的空气可防止车窗玻璃起雾。

（3）蒸发器的功能　蒸发器从外侧吸收空气中的热能并将其向内侧传到制冷剂上，因此蒸发器以热交换器方式工作。在此最重要的因素是从液态变成气态时通过制冷剂吸收能量。这个过程需要较多的热能，热能从有空气流过的鳍片中吸收过来。

在低压下以及在鼓风机输送车内热量的情况下，制冷剂蒸发。在此制冷剂变得很冷。在喷入过程中压力从以前的10～20bar降低到约2bar。

422. 蒸发器温度传感器（温度调节器）是怎么工作的？

温度调节器可在需要时接通和关闭压缩机的电磁离合器，因此可防止因冷凝水凝结而造成的蒸发器（图3-5）鳍片结冰。



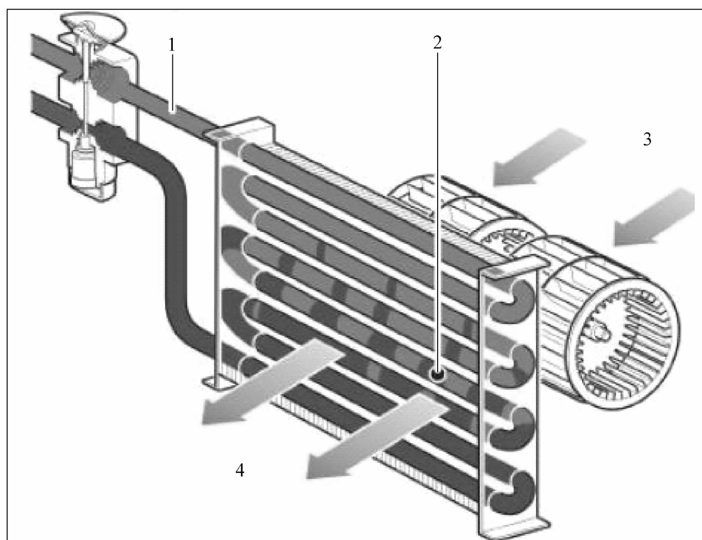


图3-5 蒸发器

1—例如低压 Pa 2bar 2—沸点 -10℃ 3—进气 +30℃ 4—出气 +12℃

根据具体车型，该传感器插在蒸发器鳍片之间或安装在蒸发器后的冷空气气流中。

该传感器通常情况下通过 IHKA/IHKR 控制单元，在约1℃时关闭压缩机，约3℃时再次接通压缩机。

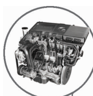
安装了带有电磁离合器的功率调节式压缩机时该传感器只执行保护功能，因为仅在个别情况下蒸发器上的温度才会降低到3℃以下。因此压缩机几乎一直保持接通状态。

车内温度调节到舒适温度时，通常情况下只有车外温度低于约6℃时电磁离合器才会关闭压缩机。

从蒸发器中流出的冷空气可通过两种温度调节方式加热，或在处于舒适温度时吹入乘员区内。这些调节方式是以水或空气为基础进行温度调节，见表3-1。

表3-1 温度调节

调节方式	内容/说明	图示/示意图
以水为基础进行温度调节	在利用一个水阀以水为基础进行温度调节时，或者利用两个水阀分别针对驾驶人和前乘客进行调节时，IHKA 控制单元产生一个脉冲宽度调制信号并借此控制水阀 调节通过一个主控控制器进行，该控制器以微处理器控制的数字电子装置为基础。因此可以调节操作面板上的设定温度调节器来预选温度	A B A—冷空气 B—热空气



（续）

调节方式	内容/说明	图示/示意图
以空气为基础进行温度调节	在以空气为基础进行温度调节时，不使用调节后置热交换器水流量的水阀，而是通过集成在冷暖空调器内的温度混合风门来调节车内温度 这个温度混合风门使新鲜空气或冷空气全部通过热交换器。这相当于最大加热功率 如果不需要加热空气，就会通过温度混合风门盖住热交换器或使空气改变方向。该风门处于中间位置时，相应比例的冷空气与热空气混合，从而使车内达到所需要的加热功率。温度混合风门通过一个步进电动机调节，由 IHKA/IHKR 控制单元来控制	A 2 1 B 2 1 A—未加热 B—加热 1—热交换器 2—温度混合风门

423. 膨胀阀有什么作用？

控制进入蒸发器的液态制冷剂流量。

（1）膨胀阀的特点和类型　膨胀阀也称节流阀，是组成汽车空调制冷系统的主要部件，安装在蒸发器入口处，是汽车空调制冷系统的高压与低压的分界点。膨胀阀的结构形式有 3 种，分别为外平衡式膨胀阀、内平衡式膨胀阀和 H 形膨胀阀。（捷达轿车）膨胀阀如图 3-6 所示。

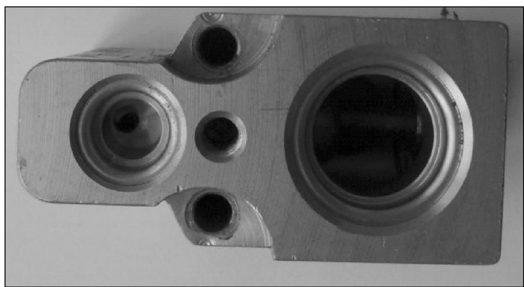


图 3-6　膨胀阀实物图（捷达）

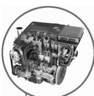
（2）膨胀阀的作用　膨胀阀是利用装在蒸发器出口处的感温包来感知制冷剂蒸气的过热度（过热度是指蒸气实际温度高于蒸发温度的数值），由此来调节膨胀阀开度的大小，从而控制进入蒸发器的液态制冷剂流量。感温包和蒸发器出口管接触，蒸发器出口温度降低时，感温包、毛细管和薄膜上腔内的液体体积收缩，膨胀阀阀口将闭合，借以限制制冷剂进入蒸发器。相反，如果蒸发器出口温度升高，膨胀阀量口将开启，借以增加制冷剂流量。

424. 膨胀阀有哪些指标？

膨胀阀的指标主要有容量、静止过热度、最大工作压力等。

（1）容量　汽车空调热力膨胀阀的制冷能力用容量表达。有公称容量和额定容量两种，公称容量为制造厂在标准条件下试验名义点的容量。额定容量为在额定条件下试验额定点的容量。额定条件和额定点都和特定的汽车空调系统有关系，一般汽车空调热力膨胀阀所给出的都是公称容量。

（2）静止过热度　过热度是指热力膨胀阀的温包温度与出口压力或外平衡管连接处压力相对应的制冷剂饱和温度之差，静止过热度是热力膨胀阀刚开始打开时的过热度，对于每一个汽车空调热力膨胀阀，静止过热度已由制造厂调整好，一般不允许用户再调整。



（3）最大工作压力　热力膨胀阀若是气充型，则有最大工作压力要求。最大工作压力是最大允许的平衡压力，对于气充型热力膨胀阀，膨胀阀的过热度增加到一程度时，启开度不再随过热度增加而增加。

（4）膨胀时间迟滞　膨胀阀迟滞是其开度特性，是过热度增加与减少时的开度差。迟滞大则在膨胀阀打开或关闭时，在同一过热度下，其流量相差较大，因此希望膨胀阀迟滞不超过一定的允许值。

（5）灵敏度　热力膨胀阀灵敏度的好坏。

（6）可靠性　热力膨胀阀在耐振、耐久性、耐热、耐寒、耐压、气密、耐腐蚀等方面有可靠性的要求，由于汽车空调工作环境非常恶劣，因此对于汽车空调热力膨胀阀的可靠性要求非常高。

425. 什么是内平衡膨胀阀？

内平衡膨胀阀主要由膜片、顶杆、阀芯、节流孔、弹簧、滤网、毛细管和感温包组成。

（1）内平衡膨胀阀结构　内平衡膨胀阀结构如图3-7所示，感温包安装在蒸发器的出口，在其内部装有惰性液体或制冷剂液体。

（2）工作原理　内平衡膨胀阀的工作原理如图3-8所示，来自感温包产生的内部液体的压力 P_f 会作用在膜片的上面，在膜片的下面作用着弹簧的弹力 P_s 和蒸发器进口处的压力 P_e，在工作过程中阀芯会处于某一位置。此时由于膨胀阀的节流作用，会把高温高压的制冷剂变成低温低压的制冷剂，当由于某种原因造成蒸发器出口温度较高时，感温包内液体会随着温度的升高而膨胀，从而使其内部的压力增高，作用在膜片上的压力也升高，从而会打破原有的平衡，此时阀芯会向下移动，通过膨胀阀节流的制冷剂的流量会增大，流入蒸发器的制冷剂量会增多，使制冷强度加大；反之，流入蒸发器的制冷剂量减小，制冷强度降低。

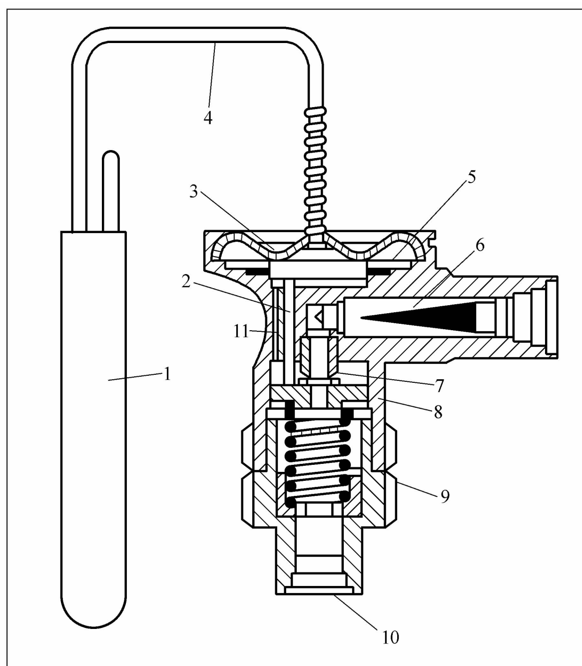


图3-7　内平衡膨胀阀

1—感温包　2—顶杆　3—支撑片　4—毛细管　5—膜片　6—滤网
7—节流孔　8—阀芯　9—弹簧　10—出口　11—内平衡孔



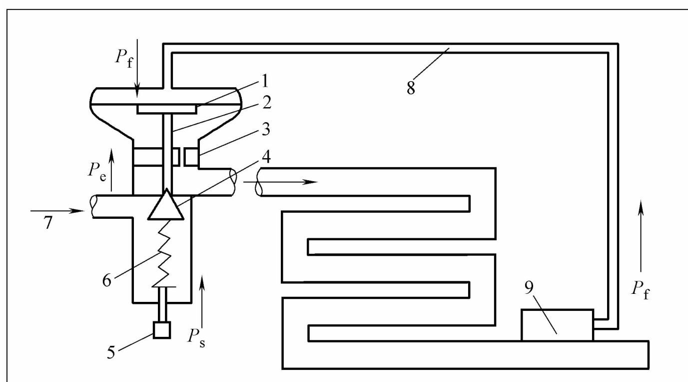


图 3-8 内平衡膨胀阀的工作原理

1—膜片 2—推杆 3—节流孔 4—阀芯 5—调整螺钉 6—弹簧 7—进口 8—毛细管 9—感温包

426. 什么是外平衡膨胀阀？

（1）结构特点　外平衡式膨胀阀的入口接储液干燥器，出口接蒸发器，上部有一个膜片，膜片共受到 3 个力的作用，一个是感温包中制冷剂气体向下的压力，一个是弹簧向上的推力，还有一个是蒸发器出口制冷剂的压力，作用在膜片的下方，阀的开度取决于这 3 个力综合作用的结果。外平衡式膨胀阀的结构如图 3-9 所示。

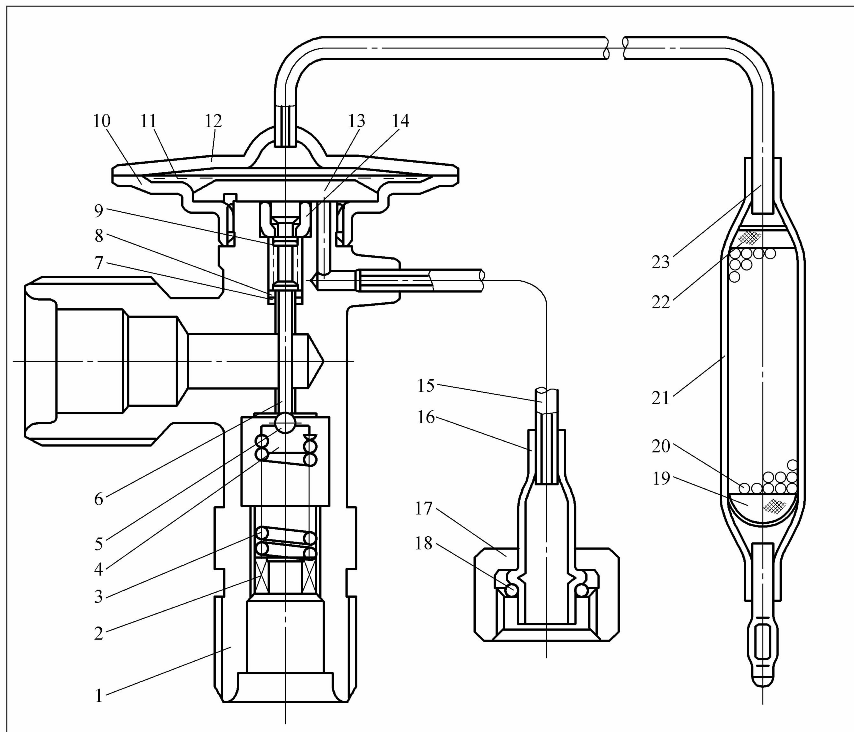
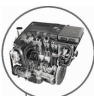


图 3-9 外平衡膨胀阀

1—阀体 2—调节螺钉 3—调节弹簧 4—阀芯架 5—钢球 6—传动杆 7、18—O 形圈 8—压片 9—压紧弹簧 10—气箱座 11—膜片 12—气箱盖 13—传动片 14—固定圈 15—外平衡管 16—接管 17—接管螺母 19—塞网 20—吸附材料 21—感温包 22—塞网 23—毛细管



（2）工作原理　当制冷负荷发生变化时，膨胀阀可根据制冷负荷的变化自动调节制冷剂的流量，确保蒸发器出口处的制冷剂全部转化为气体并有一定的过热度。当制冷负荷减小时，蒸发器出口处的温度就会降低，感温包的温度也会降低，其中的制冷剂气体便会收缩，使膨胀阀膜片上方的压力减小，阀门就会在弹簧和膜片下方气体压力的作用下向上移动，减小阀门的开度，从而减小制冷剂的流量。反之，制冷负荷增大时，阀门的开度会增大，增加制冷剂的流量。当制冷负荷与制冷剂的流量相适应时，阀门的开度保持不变，维持一定的制冷强度。

427. 什么是 H 形膨胀阀？

H 形膨胀阀是一种整体型膨胀阀，在汽车空调上的应用较为广泛。H 形膨胀阀的结构如图 3-10 所示。

（1）结构特点　H 形膨胀阀有 4 个接口通往空调系统，其中两个接口和普通膨胀阀一样，一个接干燥器出口，另一个接蒸发器进口；另外两个接口，一个接蒸发器出口，另一个接压缩机进口。感温包和毛细管均由膜片下面的感温器所取代，感温器处在进入压缩机的制冷剂气流中。

由于内平衡膨胀阀制冷系统需要利用通过毛细管来感测蒸发器出口温度高低的方法来调节供应蒸发器的制冷剂流量，实际应用不太方便。特别是当毛细管比较长时，并且毛细管是间接感测蒸发器出口的温度，所以内平衡膨胀阀控制精度受环境温度以及其他许多因素的影响，而采用 H 型膨胀阀制冷系统便解决了这一问题。

（2）工作原理　压缩机首先将制冷剂压缩后输送到冷凝器冷却液化，经过储液干燥器后再进入 H 形膨胀阀，先进行节流减压，然后进入蒸发器蒸发吸热。制冷剂蒸发成气体后再次进入 H 形膨胀阀，从阀中出来后回到压缩机再循环。当蒸发器的温度过低时，感温器感测到后，恒温器切断离合器的电磁线圈电路，压缩机停止运行。温度变高后，恒温器又自动接通离合器电路，压缩机又开始运行了。由此可见 H 形膨胀阀同内平衡膨胀阀一样，能够根据蒸发气体的温度来自动调节供给蒸发器的制冷剂量。

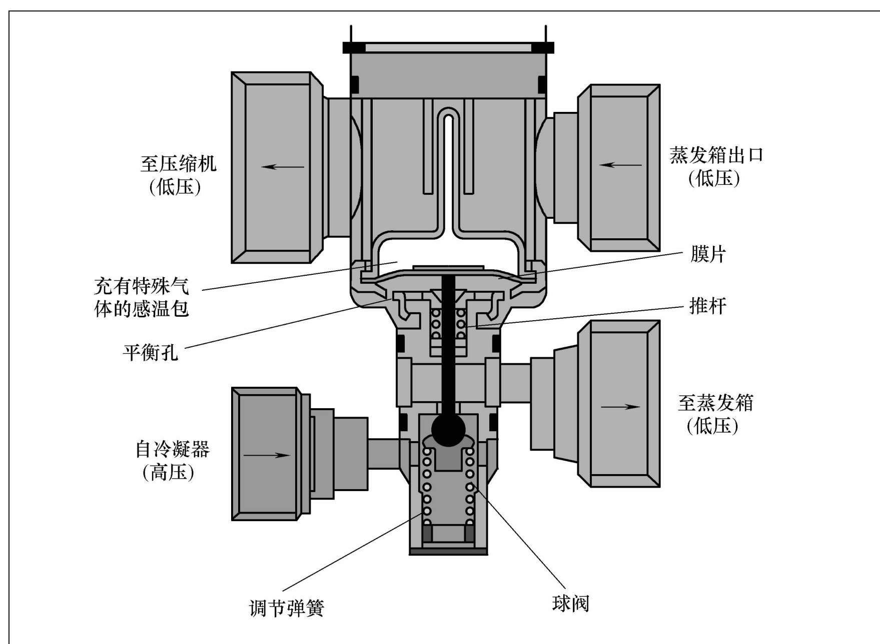


图 3-10　H 形膨胀阀



428. 暖风是怎样产生的？

在发动机水套中循环流动的水，经过加热后被输送到加热器芯，加热鼓风机送出的冷风，以产生暖风。

暖风装置用于加热乘客舱内的空气，也用于防止车窗起雾或去除车窗玻璃上的雾气。为了实现这些操作而使用热水型暖风装置，该装置利用热的发动机冷却液进行工作。因在发动机水套中循环流动而被加热的发动机冷却液，流过悬挂在加热器鼓风机吹出的冷气流中的加热器芯，为客舱产生暖风。

429. 空调通风方式有哪几种？

将新鲜空气送进车内的过程，称为通风。汽车空调的通风方式一般有动压通风、强制通风和综合通风 3 种。手动空调通风调节如图 3-11 所示。

（1）动压通风　动压通风也称自然通风，它利用汽车行驶时对车身外部所产生的风压作为动力，在适当的地方开设进风口和排风口，以实现车内通风换气的目的。

轿车的进风口设在车窗的下部正风压区，而且此处设有进气阀门和内循环空气阀门，用来控制新鲜空气的流量。

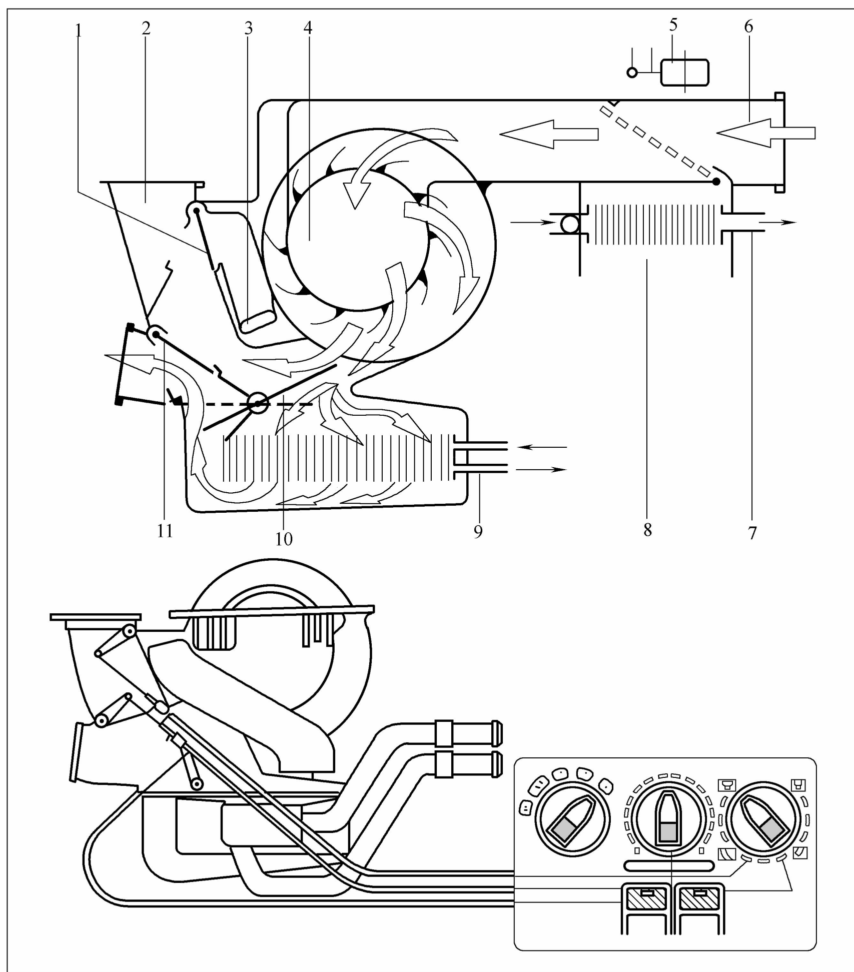
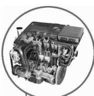


图 3-11　手动空调通风调节

1—除霜风门　2—除霜风口　3—脚向出风口　4—风机　5—真空管　6—新鲜空气进气口　7—蒸发器高低压管　8—蒸发器芯　9—热交换器水管　10—暖风风门　11—中央出风口风门



（2）强制通风　强制通风是利用鼓风机强制将车外空气送入车厢内进行通风换气的通风方式。

在冷暖一体化的汽车空调上，基本都采用通风、供暖和制冷的联合装置，将外部空气与空调冷暖空气混合后送入车内。

（3）综合通风　综合通风是指一辆汽车上同时采用动压通风（自然通风）和强制通风两种通风方式。最简单的综合通风系统是在自然通风的车身基础上，安装强制通风扇，根据需要可分别使用或同时使用。

430. 空气净化装置有什么作用？

汽车空调系统采用的空气净化装置通常有空气过滤式和静电集尘式两种。

（1）空气过滤式空气净化装置　空气过滤式空气净化装置在空调系统的送风和回风口处设置空气滤清装置，它仅能滤除空气中的灰尘和杂物。其结构简单，只需定期清理过滤网上的灰尘和杂物即可，故广泛用于各种汽车空调系统中。

（2）静电集尘式空气净化装置　静电集尘式空气净化装置则是在空气进口的过滤器后再设置一套静电集尘装置或单独安装一套用于净化车内空气的静电除尘装置。它除具有过滤和吸附烟尘等微小颗粒的杂质的作用外，还具有除臭、杀菌、产生负氧离子以使车内空气更为新鲜洁净的作用。静电集尘式空气净化装置原理示意图如图3-12所示。

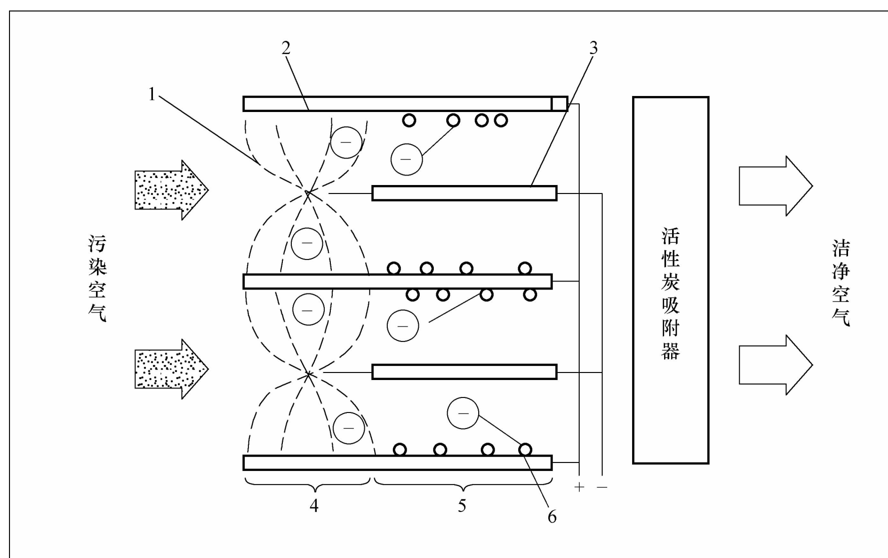


图3-12　静电集尘式空气净化装置原理示意图

1—放电极　2—正电极（搭铁电极）　3—负电极　4—电离部　5—集尘部　6—微粉尘

431. 水暖式供暖系统的工作原理是怎样的？

（1）热水循环回路　热水循环回路与发动机的冷却系统连通，借助于发动机的水泵实现热水循环。来自发动机冷却系统的热水从进水管流经热交换器控制阀进入散热器，然后经由出水管回到发动机的冷却系统，实现回路的循环。

水暖式供暖系统及组成部件如图3-13所示，水暖式供暖系统工作原理图。如图3-14所示。

（2）暖风形成　在通风装置中，由风机强制使空气循环运动。空气经由进风口被吸入，流经热交换器时被加热，并由出风口导出，进入车厢内实现取暖或为风窗除霜。

暖风形成示意图如图3-15所示。



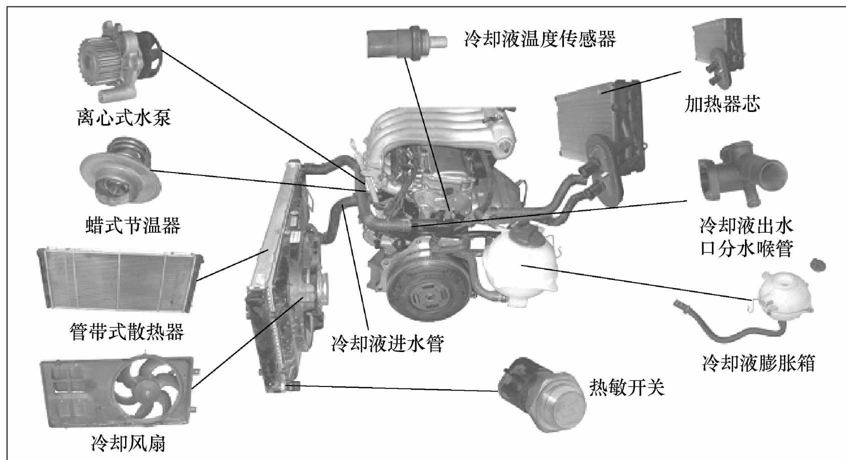


图 3-13 水暖式供暖系统及组成部件（捷达）

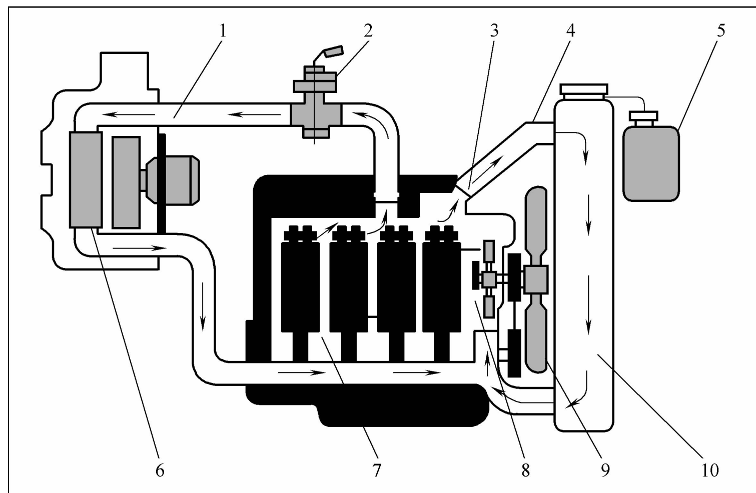


图 3-14 水暖式供暖系统工作原理图

1—热交换器软管 2—热水阀 3—节温器 4—散热器软管
5—膨胀水箱 6—热交换器芯 7—发动机 8—水泵 9—风扇 10—散热器

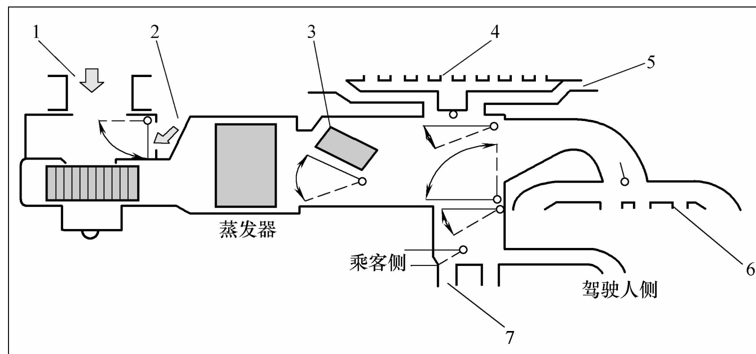
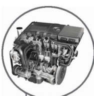


图 3-15 水暖式供暖系统工作原理图

1—新鲜空气进口 2—再循环空气进口 3—热交换器芯 4—除霜空气出口
5—侧除霜空气出口 6—通风口 7—地板暖风出口



（3）供暖加热装置　水暖式加热装置有两种，一种是单独的暖风机，另一种是整体空调器。

（4）冷却液控制阀　冷却液控制阀有两种：一种是拉绳钢索式控制阀，另一种是真空控制阀。

432. 空调配气系统的工作过程是怎样的?

汽车空调配气系统一般分为空气进入段、空气混合段和空气分配段。

当调温门处于全开位置状态时，冷空气经过加热器；当调温门处于全闭位置状态时，冷空气不经过加热器。这样只要调温门处于全开或全闭位置，就可得到最高或最低温度空气。

1）调节调温门处于全开或全闭之间的不同位置，得到不同温度和湿度的空气。分配段的除霜门、中风门、下风门，可调节空调风吹向风窗玻璃、乘员的中上部或脚部。

2）控制空调器内风机转速，调节空调风的流量，改变人体感觉的温度。

汽车空调配气系统工作示意图如图 3-16 所示。

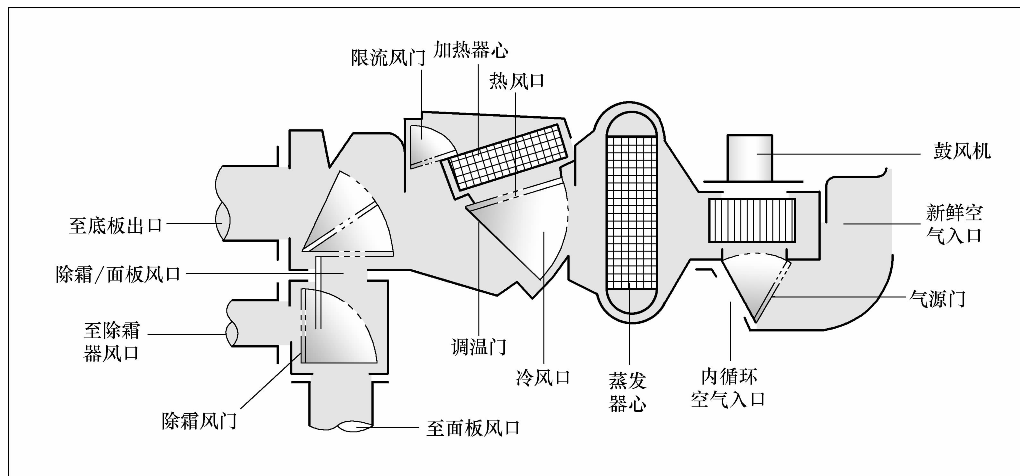


图 3-16　空调配气系统工作示意图

433. 自动空调系统的主要组成部件有哪些?

（1）自动空调系统的特点及组成　自动空调系统采用一般空调系统的基础部件，主要差别在于自动空调系统能保持预先设置的室内的温度。它利用传感器确定当前温度，然后系统能够按照需要调节暖风和冷风。系统用执行机构的开闭调整混合气流以达到适宜的车内温度，使温度符合驾驶员的要求。

自动空调控制系统可分为控制面板、传感器、空调 ECU 和执行器 4 部分。

1）传感器。自动空调系统的传感器一般有驾驶人设定和功能选择信号、环境状态信号、空调风门位置信号、空调保护装置信号 4 种类型。

2）操纵控制面板。是驾驶人向自动空调 ECU 读入的设备。

3）空调 ECU。空调 ECU（空调控制单元或者电脑），它与控制面板制成一体，对输入的各种传感器信号和功能选择键的输入指令进行计算、分析、比较后，发出指令，控制各个执行元件（进气伺服电动机、空气混合伺服电动机和气流方式伺服电动机）动作，从而控制压缩机的电磁离合器工作，暖风加热器热水阀工作，将模式门放到适当位置等。

如图 3-17 所示，例如宝马 E60 空调 ECU，空调控制面板背面就是该 ECU 插接口。

如图 3-18 所示，例如宝马 E60 空调控制面板。





图 3-17 空调 ECU（宝马 E60 空调控制面板背面）



图 3-18 宝马 E60 空调控制面板

4）执行器。自动空调系统的执行器主要有鼓风机、电磁离合器、空气混合门、真空执行机构等。

自动空调系统一般采用控制配气风门、控制鼓风机转速、控制压缩机开停及信号显示 4 种执行器。

（2）自动空调系统的类型　自动空调系统分半自动空调系统和全自动空调系统，两者的主要差别在于是否有自诊断功能，半自动空调系统没有提供故障码存储器，全自动空调系统具有监控系统，监控系统的随机存储器存储诊断码。

（3）自动空调系统的工作原理　自动空调系统工作时，根据驾驶人预设的温度，自动开启空调压缩机或暖风装置，调整鼓风机的风速、空气的内外循环，以达到室内舒适的温度。自动空调的核心部件是空调 ECU（控制器总成），它接收空调系统的相关信息如室内外温度、蒸发箱温度、系统压力。根据这些信息来控制空调执行器的动作来满足车内的设定温度。

434. 什么是有效出气温度？

有效出气温度（TAO）是使车内温度保持在设定温度所必需的鼓风机空气温度。

（1）有效出气温度的计算　有效出气温度是空调 ECU 根据温度控制开关或控制杆的状态，以及来自传感器（即车内温度传感器、车外温度传感器、光照传感器）的信号计算出来的。

空调 ECU 根据这个 TAO，使自动空调器放大器输出驱动信号至伺服电动机和鼓风机电动机，实现自动控制系统（除压缩机控制外）运行。有效出气温度控制如图 3-19 所示。

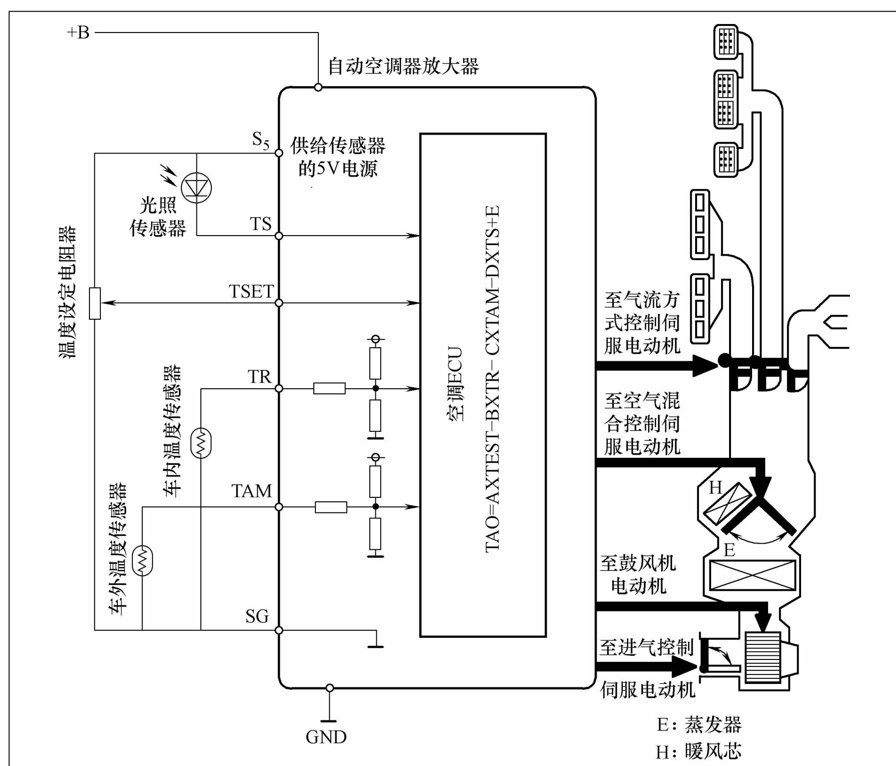
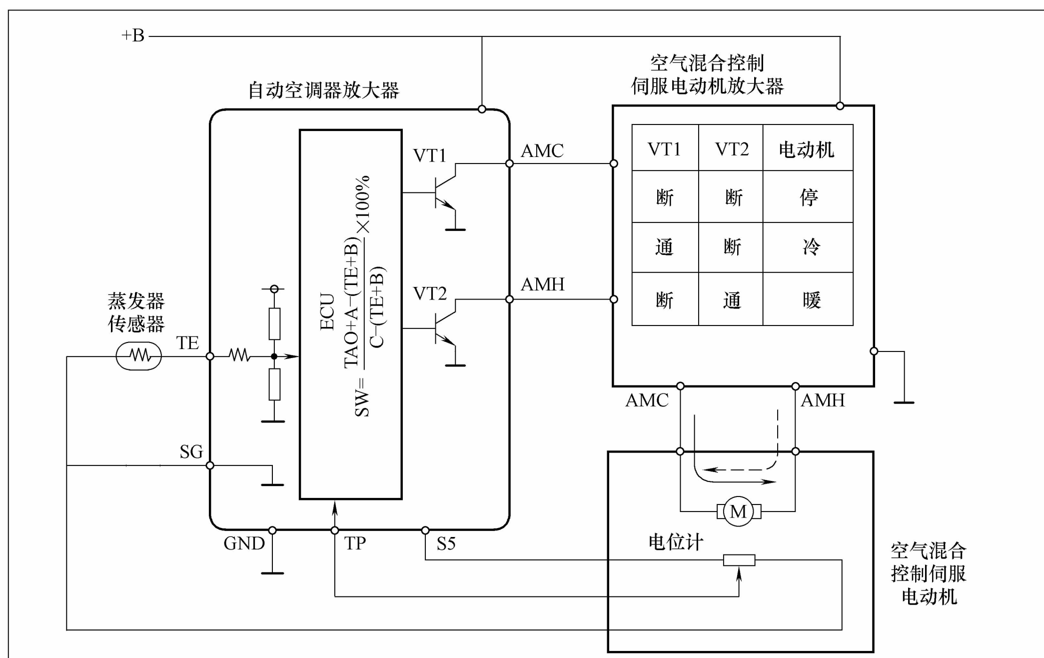


图 3-19　有效出气温度控制

（2）温度控制　温度控制系统包括车内温度传感器、车外温度传感器、光照传感器、蒸发器传感器、温度设定电阻器、空气混合控制伺服电动机、空气混合控制伺服电动机放大器等部件。温度控制运行如图 3-20 所示。



VT1	VT2	电动机
断	断	停
通	断	冷
断	通	暖

图 3-20　温度控制运行示意图

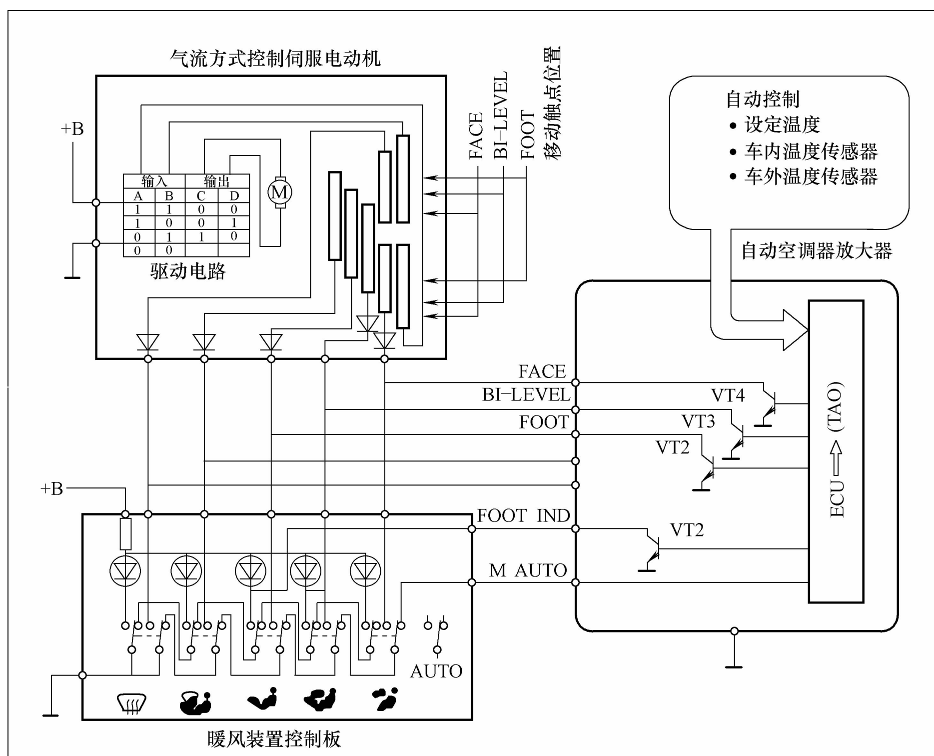


图 3-21 出风气流控制电路

435. 出风气流是怎么控制的？

出风气流控制方式如图 3-21 所示。

ECU 控制自动空调器的气流控制方式与放大器控制自动空调器的气流控制方式基本一样，是由自动空调器放大器传送信号至伺服电动机，伺服电动机正向或反向转动，经连杆使气流方式控制风挡位置改变。

436. 内循环模式（进气）是怎么控制的？

内循环模式（进气）控制如图 3-22 所示。

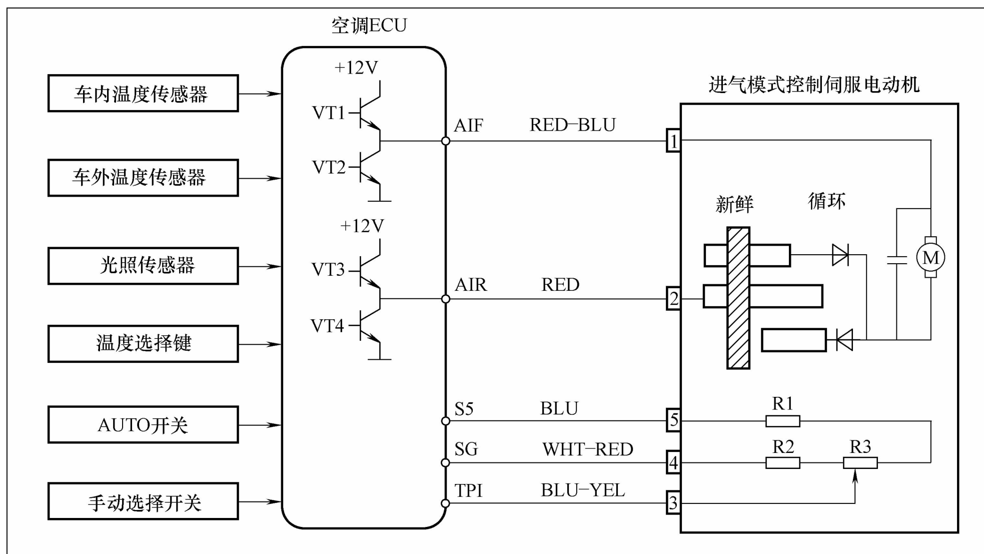
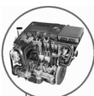


图 3-22 内循环模式控制电路



进气模式控制系统包括空调 ECU、进气模式伺服电动机、温度选择键、车内温度传感器、车外温度传感器、光照传感器等。

437. 鼓风机电动机控制模块是怎样工作的？

暖风、通风与空调系统控制模块向鼓风机电动机控制模块提供脉宽调制（PWM）信号以指令鼓风机电动机转速。鼓风机电动机控制模块将脉宽调制信号转换成相应的鼓风机电动机电压。电压处于 2～13V 之间，并且线性变化至脉宽调制信号的脉冲高度。

438. 空气质量传感器是怎样工作的？

暖风、通风与空调系统控制模块通过空气质量传感器检测废气。

空气质量传感器是一个 3 线传感器，带有一个点火电压电路、一个搭铁电路和一个信号电路。

信息是输出针脚产生的脉宽调制（PWM）信号。在自动模式下，一旦污染物浓度超过预设值时，暖风、通风与空调系统控制模块评估空气质量传感器的信息并关闭内循环风门。

439. 自动空调系统的控制特点是怎样的？

在不同的车速时有相对稳定的气流进入车内。

（1）结构特点　大众宝来轿车双区自动空调（图 3-23）除了具有一个空气循环翻板之外，还有一个单独的新鲜空气翻板，当车速超过 100km/h 时，此翻板将关闭。这样可以保证在不同的车速时有相对稳定的气流进入车内。

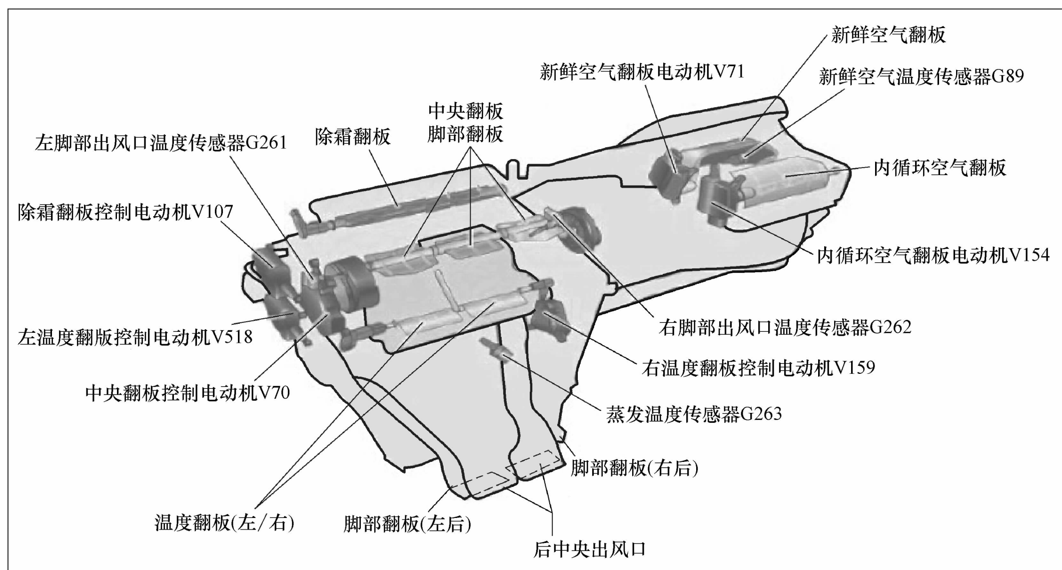


图 3-23　大众双区自动空调系统

（2）气流分配　以宝来轿车为例，所有气流通道的横截面积都扩大了；A 柱设有专门的出风口以防止前车窗结霜；后排乘客设立了专门的出风口；仪表板上部中央配有间接出风口。

（3）控制系统　如图 3-24 所示。

440. 自动空调系统暖风和冷气的调节与控制是怎样的？

自动调节和设定暖风和冷气。

（1）自动调节

1）左右两侧可以通过两个温度翻板分



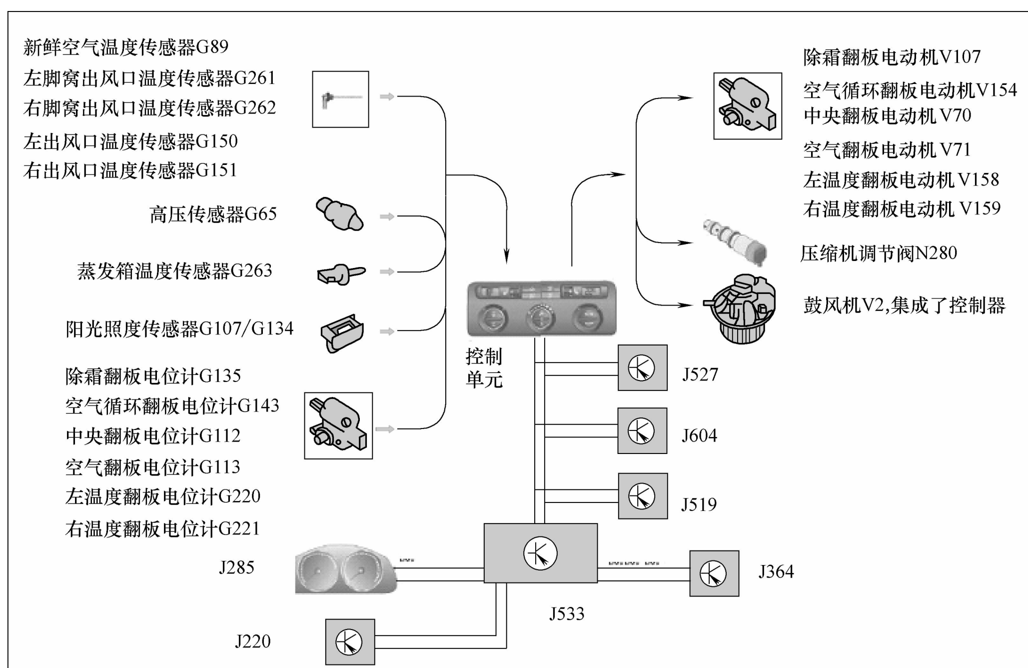


图 3-24　双区空调系统控制系统

别调节。

2）温度可在 16～29.5℃之间任意调节，具有 6 个控制电动机，并都带有电位计。

3）按压 AUTO 按键超过 2s，则左右两侧将由驾驶人侧同时控制。

4）如果压缩机被关闭，同时刮水器被激活，自动空调会自动加大除霜翻板角度，以增加气流量，防止前风窗结霜（雾）。

5）当车速增加时，自动空调会自动降低鼓风机风速，以降低气流噪音。此时为了能够依然保持车内温度舒适，当设定制冷时，则降低出风口空气温度；若设定制热时，则提高出风口空气温度。

（2）加热/通风系统　对于加热和通风系统（图 3-25），温度不能自动控制，两个旋转把手机械地连接到空调：温度调整的旋转把手由拉索连接而空气分配的由软轴连接。新鲜空气循环翻板由一个按键手动地选择并由一个电动机驱动。所有的输入输出信号被转换成模拟信号。

后风窗加热的命令被传递到 J519，由 J519 根据用电负荷来控制后风窗加热。工作的同时按键上的 LED 指示灯点亮。辅助水加热的工作过程也类似于此，辅助水加热系统由一个加热键直接激活，当辅助水加热系统工作时，LED 指示灯点亮以用来反馈系统的工作与否。

加热及通风系统有单独的地址码：7D

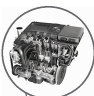
（3）传感器和执行器

1）室内传感器。免通风室内温度传感器，代替了过去的通风式室内温度传感器 G56，用来测量以下数据：表面温度、控制单元温度、阳光强度。

室内传感器实际上是一个集成了光敏二极管和负温度系数电阻的光热传感器。因此它既可以测量温度，又可以测量太阳光的热辐射强度。传感器将温度和光强信号传递给控制单元，控制单元对信号进行评估，准确地计算出驾驶室的实际温度。

这样即使传感器表面受光照影响变得很热，控制单元仍然可以准确地计算出车内实际温度。

2）执行元件。J255 通过一个脉宽调制信号来控制鼓风机，而鼓风机控制则将一个自诊断信号反馈给 J255。



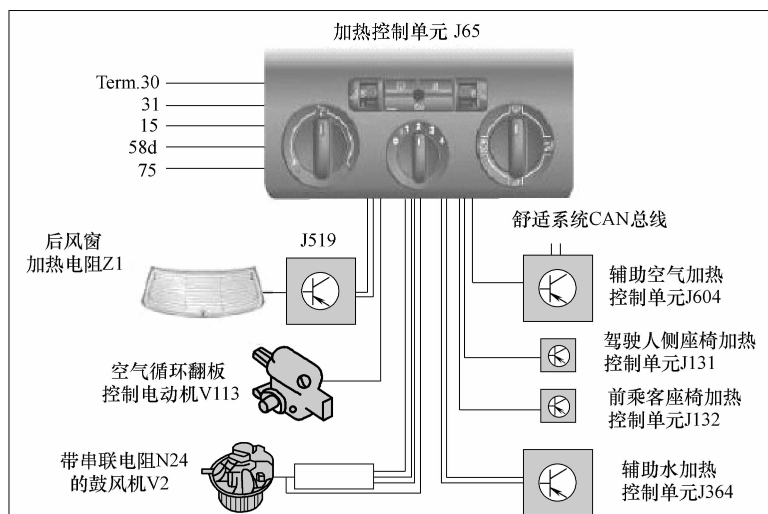


图 3-25　加热/通风控制系统

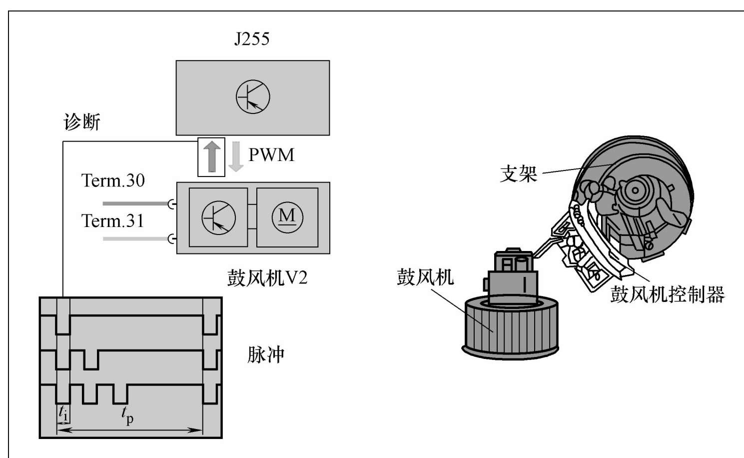


图 3-26　脉宽调制信号控制鼓风机

例如（图 3-26），当反馈信号中有一个脉冲时，表明没有故障；当有两个脉冲时，表明电流被限制；当有三个脉冲时，表明温度太高，可能导致输出效率的降低甚至鼓风机不工作。

3）蒸发器温度传感器 G308。蒸发器下游通风口温度由蒸发器温度传感 G308 进行检测。它确保在0℃ 时关闭制冷功能。并与外部调节式压缩机一起，使蒸发器下游通风口温度在0℃到大约12℃之间进行自适应控制。

441. 什么是定排量空调系统？

定排量空调系统也称循环离合器系统。当蒸发器温度下降到一定水平时，该系统需截断离合器电路，使压缩机停转即停止制冷。当蒸发器温度上升到一定值时再接通离合器，让压缩机运转，开始制冷，如此往复循环。也就是说，定排量空调系统是通过离合器的循环工作来调节温度的。定排量空调系统中因为压缩机排量是固定的，所以在制冷系统中加了许多保护装置，尤其是减压安全阀和易熔塞。

定排量空调系统有两种温度控制方法，即使用恒温控制器或者压力控制器进行控制。恒温控制器用温控开关使压缩机离合器在预定的温度水平开、关。压力控制器用对



系统压力敏感的压力开关在预定的压力水平使压缩机离合器开、关。

442. 什么是变排量空调系统?

变排量空调系统也称非循环离合器系统，该系统采用的是可变排量压缩机，它依靠可变排量（VD）压缩机的自身调节来控制温度。当系统的环境温度（蒸发器温度）高时，压缩机增加活塞行程来增加制冷剂量，以达到增加吸热和降温的作用。反之，当蒸发器温度低时，压缩机则减小活塞行程从而减少通过蒸发器的制冷剂量，由于制冷剂量少，吸收的热量也少，使蒸发器的温度得到回升。离合器的作用就是当不需要空调时脱离压缩机，当需要空调时联上压缩机。

变排量压缩机虽然按其控制排量的方式有机械式变排量压缩机和电子式变排量压缩机之分，但是变排量空调压缩机对制冷系统没有特殊要求，即用什么制冷剂和节流装置都可以。变排量空调压缩机由于能够在每次工作循环过程中根据吸入制冷剂和压缩后从排气阀排出制冷剂的压力变化（由汽车转速、运行状况、日照条件和环境温度等决定）而自行优化调节压缩气体的容积——即排出制冷剂的量，所以，它可实现取消压缩机间歇式的工作方式，避免对发动机的冲击，并保持温度与压力的稳定性，提高压缩机使用寿命。因此，它能达到节能、降噪、防止蒸发器与低压管结霜以及实现车厢环境最优化控制的目的。目前新生产的乘用车汽车空调系统中大多采用了变排量压缩机。

443. 汽车空调系统为什么采用变排量压缩机?

汽车空调压缩机是通过带轮由发动机直接驱动的，所以汽车高速行驶时，排量随发动机转速的增加而增加，功耗也随之增加。这一方面影响汽车的驾驶性能，另一方面，使压缩机制冷量过剩，造成蒸发压力降低，蒸发器结霜，制冷系数降低。为此，对压缩机容量进行控制，可实现压缩机容量变化与制冷负荷相匹配，使其在低速时具有高制冷能力和高效率，高速时能节约多余的制冷能力，降低功耗。

因此采用变排量压缩机，更能满足人们对汽车安全性和舒适性的要求。变排量空调压缩机目前在汽车上的应用逐渐增多，这种类型的压缩机可以根据空调的工况需要使其排量在一定范围内无级变化，只需要改变活塞的行程。

444. 变排量压缩机的主要优点有哪些?

1）消除了由于电磁离合器吸合、脱开动作而引起的发动机转速的波动。

2）在某些工况下（如低速、爬坡）可防止发动机熄火。

3）减少了空调系统制冷温度的波动。

4）功率消耗减少，最大可减少25%。

5）大大改善低温环境中的舒适性。

445. 压力调节式变排量压缩机的工作原理是怎样的?

压力调节式变排量压缩机是大众系列轿车采用的一种连续变容量空调压缩机，它通过改变单向工作斜盘的倾斜度（活塞的工作行程）来改变排量，调节范围为5%～100%。斜盘的倾斜度取决于每个活塞两侧的压力差，活塞右侧的压力受压力箱内压力的影响，压力箱内压力由调节阀和节流管道控制，压缩机的调节阀通过波纹管的伸缩具有输出稳压的作用。压力调节式变排量压缩机的旋转运动由输入轴传递给驱动连杆机构，驱动连杆机构通过斜盘将旋转运动转换成5个连杆的轴向运动。滑轨保证斜盘沿轴向运动。

这种压缩机活塞的工作行程可以根据高、低压压力比率而改变。活塞行程的改变直接影响压缩机的压缩比率，从而调节制冷剂的输出功率，改变制冷效率。在正常工作情况下，压缩机是持续运转的，不发生离合



动作。

旋转斜盘的倾斜度决定了活塞的行程。旋转斜盘的倾斜度取决于腔内压力、活塞顶部和底部的压力以及斜盘前后的弹簧力。腔内的压力取决于调节阀两侧的高、低压压力和节流管道的大小。

446. 压力调节式变排量压缩机的工作过程是怎样的？

（1）汽车空调接通　刚接通汽车空调时，高、低压及腔内的压力是相等的，旋转斜盘前后弹簧对斜盘的调节范围为40%。此时压缩机开始的输出功率为40%，即以较小的输出功率工作，以减小对发动机的冲击负荷。

（2）高制冷率　高、低压管的相对压力较高时，调节阀打开，从节流管流入的高压经调节阀流回低压端，腔内的压力下降。活塞顶部的压力与弹簧压力之和大于活塞底部的压力（腔内压力）与弹簧压力之和，旋转斜盘的倾斜角度增大，活塞的行程增大，输出功率提高。

（3）低制冷率　高、低压管的相对压力较低时，调节阀关闭，从节流管流入的高压无法经调节阀流回低压端，腔内的压力上升。活塞顶部的压力与弹簧压力之和小于活塞底部的压力（腔内压力）与弹簧压力之和，旋转斜盘的倾斜角度减小，活塞的行程减小，输出功率降低。

447. 什么是斜盘式压缩机？

斜盘式压缩机（图3-27）是目前汽车空调的主要机型，经过不断地技术改进，该压缩机已具有尺寸小、质量轻和功耗小等优点，斜盘式压缩机是轴向往复活塞式，活塞的往复直线运动是依靠主轴带动斜盘或楔块转动时产生位置变化而产生的，它的活塞作用是双向作用，因此斜盘压缩机的往复惯性力能完全自然地得到平衡，往复惯性力矩也能得到平衡。

448. 斜盘式压缩机的工作原理是什么？

当主轴转动时，斜盘便随着旋转，通过滑板推动双活塞往复运动。活塞一次往复运动就完成了压缩机吸气-压缩-排气过程。若斜板转动一周，前后两个活塞各完成吸气、压缩、排气、膨胀过程，相当于两个气缸作用。如缸体截面均布3个气缸和3个双向作用的活塞，主轴旋转一周，相当于6个气缸作用，因此，称这种压缩机为六缸斜板式压缩机。同理，缸体截面若均布5个气缸和5个双向作用的活塞，则称这种压缩机为十缸斜板式压缩机。

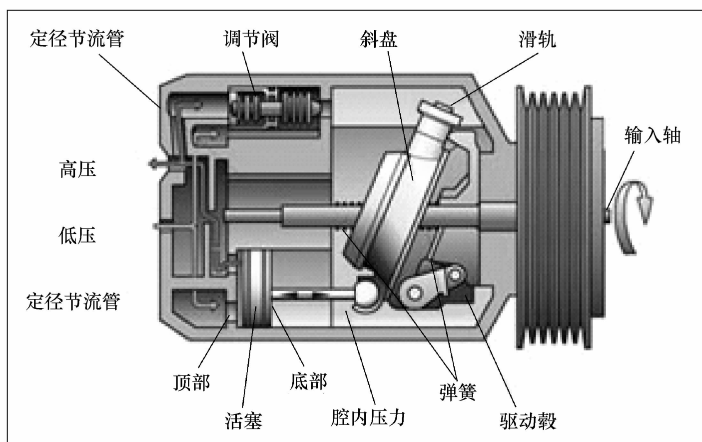


图3-27　斜盘式压缩机



449. 摇板式压缩机的工作原理是什么?

摇板式压缩机（图3-28）也是一种轴向运动的往复活塞式压缩机，它的工作原理与斜板式有一定的相似性。

1）主轴旋转时，带动楔形块随之旋转，摇板受楔块旋转而推着摆动，摇板的摆动牵连活塞作往复运动完成吸气-压缩-排气工作过程。

2）由于摇板式压缩机象曲轴连杆式一样，装有吸、排气阀片，其工作循环也具有压缩、排气、膨胀、吸气4个过程。当活塞向左运动时，处于压缩、排气阶段，当活塞向右运动时，处于膨胀、吸气阶段。主轴转动一周，一个气缸就完成膨胀、吸气、压缩、排气一个循环。如果一个摇板上装有5个活塞，对应的5个气缸在主轴转动一周就有5次吸、排气过程。

3）摇板式压缩机是可变容积式的，它的容积的改变是通过控制阀来改变斜板的角度，从而改变每个活塞的有效行程，达到改进压缩机输出压力与流量的目的。

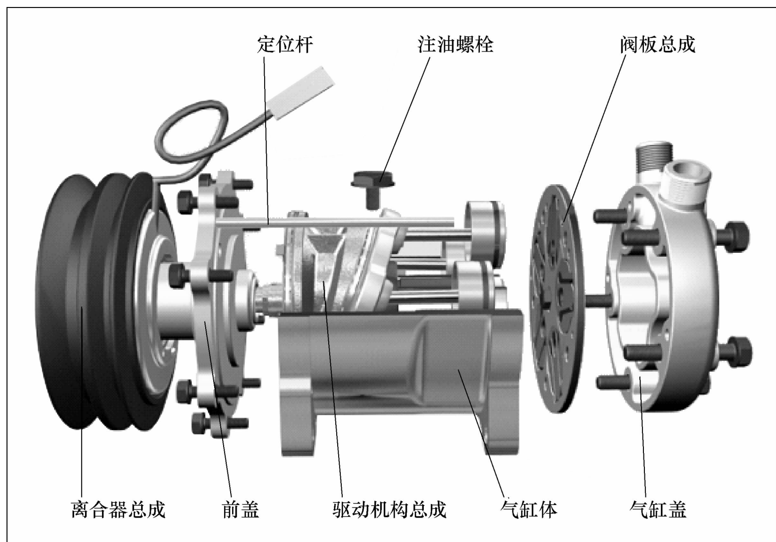


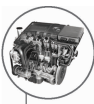
图3-28 摇板式压缩机

450. 什么是旋叶式压缩机?

旋叶式压缩机也称为刮片式压缩机，其特点是结构紧凑、外形尺寸小、重量轻、容积效率高、平衡性好、易损件少，在汽车空调中使用较多。旋叶式压缩机由缸体、转子、滑片和泵室组成。其缸体有圆形与椭圆形之分，叶片数有2、3、4、5几种。旋叶式压缩机是回转式压缩机、容积式压缩机，其主要零件转子在气缸内旋转运动，转子每旋转一周，分别有若干个相同的工作容积依次进行相同的工作过程。

451. 旋叶式压缩机的工作原理是什么?

1）旋叶式压缩机的转子偏心安置在气缸内，转子上一般开有2~5个纵向开口槽，槽内装有能径向滑动的滑片。当旋叶式压缩机工作时，转子在缸体内旋转，滑片在离心力或油压的作用下滑出，并紧贴缸内壁。这样，转子外表面、气缸内壁、滑片及压缩机两端盖共同形成一个封闭的月牙形容积，另外压缩机缸体适当位置上设置吸气口及排气口。随着转子的旋转，月牙形容积不断由大到小、由小到大的变化，实现了旋叶式压缩



机的吸气—压缩—排气的工作过程。

2）一般情况下，转子槽中的滑片不是通过转子中心的径向运动，而是斜置叶片的自由滑动。转子槽不沿径向开设，而是按一定方向偏离某一角度设槽，叶片在槽中斜置。斜置的目的是尽量减少叶片式顶部摩擦力对叶片沿转子槽运动的阻碍，从而改善叶片在转子槽中的运动状况。

452. 涡旋式压缩机是怎样工作的？

涡旋式压缩机是由涡旋定子、涡旋转子、曲轴、机座及防自转机构组成。压缩机的一个涡旋定子和涡旋转子的涡卷之间和涡卷的端板之间组成了气缸的工作容积。转子和定子的涡卷呈渐开线，两线基本相同。涡旋转子和涡旋定子两者中心相距旋转半径保持相位差180°，并相切。相对运动时，形成了由外围向涡旋转子中心移动的空间，以压缩空气，在端板的中心部位分开有排气孔，并被固定在机架上。工作时，气体制冷剂从涡旋定子涡卷的外部被吸入，在涡旋定子与转子涡卷所形成的空间中被压缩，压缩后的高压气体制冷剂从涡旋定子端板中心排出。涡旋转子随偏心轴进行公转动。

涡旋式压缩机对于涡卷的加工精度，特别是涡旋的形位公差有很高的要求，这是制约它获得广泛应用的主要因素。

453. 汽车空调系统中常用的压力开关有哪些类型？

压力开关也称为压力继电器或压力控制器，分为高压开关，低压开关和高、低压双向复合开关（三位压力开关）3种，安装在制冷系统高压管路或低压管路上。高压开关又分为触点常闭型和触点常开型两种。高、低压开关的结构与外形大同小异。当制冷系统由于某种原因而导致管路内制冷剂压力出现异常时，压力开关便会自动切断压缩机电磁离合器电路而使压缩机停止工作，或控制冷凝器风扇的高速档运转，使冷凝器强制散热，保护制冷系统不被损坏。

454. 高压压力开关是怎样工作的？

高压压力开关又称为制冷系统的压力继电器，一般安装在制冷系统的高压管路或储液干燥器上。其功用是当制冷系统工作压力异常（过高）时，自动切断电磁离合器线圈电路，使压缩机停止运转或接通冷凝风扇高速档使冷凝风扇高速运转，从而防止制冷系统压力过高或过低而损坏压缩机和制冷部件。

455. 触点常开型压力开关是怎么工作的？

触点常开（动合）型压力开关是当制冷系统压力升高到一定值时，接通冷凝风扇高速档电路，增强冷凝器的散热效果，降低制冷剂温度与压力。

456. 触点常闭型压力开关是怎么工作的？

触点常闭（动断）型压力开关其常闭触点串联在空调压缩机电磁离合器线圈电路中，当制冷系统压力升高到一定值时，作用在膜片上的制冷剂压力推动推杆使触点断开，切断电磁离合器线圈电路，从而使压缩机停止运转，避免制冷剂压力进一步升高而损坏压缩机或制冷部件。

当高压管路的压力恢复正常值时，触点在复位弹簧作用下恢复闭合状态，压缩机又可正常工作。

457. 低压开关是怎么工作的？

低压开关又称为制冷剂泄漏检测开关，其触点为常闭触点，并与空调压缩机的电磁离合器线圈电路串联。低压开关的功用是在制冷系统严重缺少制冷剂、导致高压侧压力低于一定值时，使触点断开，切断电磁离合器线圈电路使压缩机无法运转，防止压缩机在没有润滑保障的情况下运转而损坏。

低压压力开关有两种，一种设在高压回



路中，其主要目的是保护压缩机在缺少制冷剂的情况下不空转，以免压缩机因缺少润滑油而磨损。同时，也起到低温环境保护作用，以免在过低温度的环境下使制冷系统工作而造成蒸发器表面结冰，增加功耗。

还有一种低压开关设在低压回路中，通过感受吸气压力，用来控制高压旁通阀的除霜作用。即当低压压力低到某一规定值时，接通高压旁通阀（电磁阀），让部分高压蒸气直接进入蒸发器，以达到除霜的目的。这种低压开关一般用于大客车汽车空调。

458. 三位压力开关的作用是什么？是怎么工作的？

三位压力开关一般安装在储液干燥器上，感受制冷剂高压回路的压力信号。很多汽车空调倾向于采用设在高压回路中的三位压力保护开关。

三位压力开关内部由隔膜、碟形弹簧、轴和接点组成。接点可分为低压及高压异常时会动作的接点和用于控制冷凝器风扇或发动机散热器风扇的接点。

三位压力开关的作用如下：

① 防止因制冷剂泄漏而损坏压缩机。

② 当系统内制冷剂高压异常时，保护系统不受损坏。

③ 在正常工作状况下，冷凝器风扇低速运转，实现低噪声，节省动力；当系统内高压升高时，风扇高速运转，以改善冷凝器的散热条件，实现了风扇的两级变速。

459. 自动空调系统有哪些常用传感器？

自动空调系统由制冷、暖风、送风、操纵控制等分系统组成。自动空调电子控制系统主要由传感器、执行元件和空调电控单元（ECU）三部分构成。自动空调系统的传感器有如下几种：

（1）温度传感器　车内外温度传感器都是负温度系数热敏电阻传感器，分别用来感受车内及车外温度。当温度发生变化时，热敏电阻的阻值改变，从而向空调电控单元（ECU）输送温度信号。

（2）蒸发器温度传感器　这种传感器用来检测通过蒸发器的空气温度或者蒸发器表面的温度变化，并以此来控制压缩机电磁离合器的接合或断开。

（3）冷却液温度传感器　冷却液温度传感器直接安装在热交换器底部的水道上，用来检测冷却液温度，产生的冷却液温度信号输送给电控单元（ECU），控制低温时鼓风机的转速。

（4）日照传感器　日照传感器是一个光敏二极管，利用光电效应，把阳光照射量的变化转换为电流值的变化并输送给空调电控单元，用来调整空调吹出的风量与温度。

460. 自动空调系统有哪些执行元件？

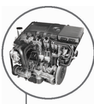
（1）汽车空调送风系统的执行器　包括空气循环风门伺服电动机、混合风门伺服电动机、出风模式伺服电动机、除霜风门伺服电动机。这些电动机均为永磁直流电动机，工作电压 12V，功率 3W 左右。

（2）空调系统的执行器　包括压缩机电磁离合器、送风鼓风机、冷凝风扇。其中鼓风机功率较大，约 200W，冷凝风扇功率约 60W。

各个风门执行电动机接受空调控制器的输出信号，实现汽车空调风量配送控制、出风模式控制、出风温度控制、进气模式控制以及风量控制。

461. 自动空调电控单元的作用是怎样的？

空调电控单元又称空调控制器。控制器总成上的键是控制器的输入装置。控制器首先接收来自车内温度和车外温度传感器的输入信号，然后根据来自传感器和控制器总成上各键的输入，输出用于控制压缩机、电磁离合器、暖风加热器、热水阀以及模式门等的工作信号。



462. 空调控制单元怎么控制空调系统?

自动空调控制单元（ECU）根据设定温度和车内温度传感器、车外温度传感器和阳光传感器等信号，自动调节混合风门的位置。车内温度越高、车外温度越高、阳光越强，车内温度调节就越至最大的冷风。ECU根据车内温度和车外温度控制空气混合风门的位置，例如，如果车内温度为35℃，则混合风门处于最冷位置；若车内温度为25℃，则混合风门处于50%的位置。

463. 自动空调中为什么要设置鼓风机转速控制装置?

自动空调的鼓风机转速控制的目的是为了调节降温或升温速度，稳定车内温度。鼓风机转速控制系统主要由冷却液温度传感器、蒸发器温度传感器、鼓风机电阻器、功率晶体管、ECU、鼓风机电动机和控制面板等组成。其中功率晶体管的作用是根据ECU输出的鼓风机驱动信号，改变流至鼓风机电动机的电流，从而改变鼓风机的转速。

464. 空调的电器控制系统起什么作用? 怎么执行工作?

空调电气控制系统的组成主要分为3个部分，分别为空调控制器、传感器单元（包括开关）和执行单元。

当空调开关、暖风开关同时开启时，控制系统收到空调请求的信号。而空调系统的电气控制，实际上是指ECU通过所检测的各种信息数据，按设定的程序进行计算、处理，并输出相应的控制信号使压缩机的电磁离合器接通或断开（压缩机工作或停止）。

空调开启后，ECU自动将发动机怠速提高。在急加速时系统能自动切断压缩机并延时接通，出现某种故障时自动保护电路会切断压缩机电磁离合器线圈的电流，压缩机停止工作。

465. 空调压力传感器的作用是什么? 怎么执行工作?

空调压力传感器的作用是防止制冷系统在极限制冷剂管路压力下工作，并帮助控制发动机冷却风扇的转速。

空调压力传感器安装在发动机舱内空调高压管路上，向发动机ECM或空调控制单元输出压力信号，当检测到空调制冷管路压力过低或过高时，控制系统停止对空调压缩机离合器供电，压缩机停止运转，以免对空调系统造成损坏。当制冷剂压力达到一中等压力值时，散热器风扇高速运转，降低空调制冷剂压力。

466. 车外温度传感器的作用是什么? 怎么执行工作?

车外温度传感器也叫环境温度传感器，一般安装在前保险杠安装支架上，也是一个热敏电阻。其作用是检测车外环境温度的高低，控制系统将根据车外温度与车内温度的差值来决定控制方式。例如，当环境温度低于5℃时，空调控制系统将断开压缩机离合器电源，使空调制冷系统停止工作。

467. 车内温度传感器的作用是什么? 怎么执行工作?

车内温度传感器，一般安装在仪表板下端，是一个具有负温度系数的热敏电阻，热敏电阻的阻值会随温度值升高而逐渐减小。它的作用是检测车内温度是否达到设定值，以控制空调系统的工作。

468. 蒸发器温度传感器的作用是什么? 怎么执行工作?

蒸发器温度传感器安装在空调总成中的蒸发器金属翅片上。它的作用是检测蒸发器表面的温度，将检测结果输入给自动空调控制单元。该传感器是一个负温度系数传感器，随着温度的升高而变小，随温度降低而增大。



当蒸发器温度低于 2℃时，空调停止运转，防止蒸发器结霜、结冰。

当蒸发器温度高于 5℃时，空调系统才能重新接通，是空调电气控制系统的一个保护性传感组件。

469. 日照传感器的作用是什么？怎么执行工作？

日照传感器又叫阳光传感器，一般安装在汽车前风窗玻璃下面，位于乘客侧除霜器格栅上，利用光敏二极管来探测通过风窗进入的日光量。日照传感器将日光量转换成电流值，然后输入到自动空调控制单元中。

阳光照进汽车驾驶室内时，将会使车内温度较平常升高，这时，空调系统需要增加制冷量来调节到设定的室内温度。

470. 什么是空调温度保护？

空调的温度保护是为了保护空调的制冷循环系统，从而使空调系统正常工作。为防止蒸发器表面结霜，空调控制系统使用具有负温度特性的蒸发器温度传感器检测蒸发器表面温度。当蒸发器的温度低于 2℃时，空调控制系统自动切断压缩机，当蒸发器的温度高于 5℃时，又自动起动压缩机。

当压缩机外壳的温度异常高，例如在 150℃时，压缩机上的热保护开关断开，使压缩机停止工作。当压缩机外壳的温度降至 130℃时，热保护开关闭合，压缩机又开始工作。



第二节 故障诊断与维修操作

471. 怎样检测膨胀阀？

通过蒸发器出口处的温度高低来判断膨胀阀工作情况。

膨胀阀作为制冷剂循环回路中高压和低压部分的一个分隔点，安装在蒸发器前。为了使蒸发器达到最佳制冷能力，系统根据温度和压力调节经过膨胀阀的制冷剂流量。

如果蒸发器出口处的温度降低，隔膜腔内的探测气体收缩，阀针向上移动并减少至蒸发器的制冷剂流量。

如果蒸发器出口处的温度升高，则这个流量增加。蒸发器出口处压力升高时将为关闭阀门提供支持。压力降低时将为打开阀门提供支持。只要空调系统处于运行状态，这个调节过程就会不断进行。

膨胀阀检测示意图如图 3-29 所示。

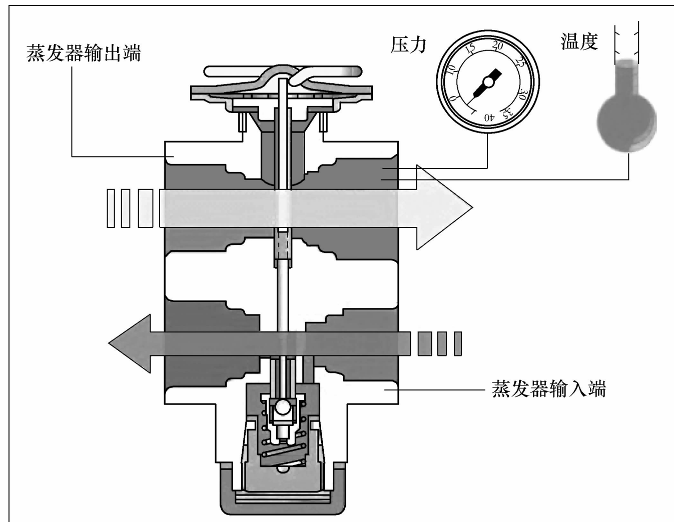
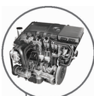


图 3-29 膨胀阀检测



472. 怎样检修冷凝器？

检查冷凝器是否泄漏；检查冷凝器管路是否堵塞。

1）目视检查冷凝器是否泄漏，目视冷凝器接口处是否有油腻，如果有说明泄漏。视情况维修或更换。

2）定期清洗冷凝器。拆卸冷凝器用压缩气体和低压水枪清洗冷凝器，除去冷凝器上的污垢和堵塞的杂质，保证冷凝器的正常工作。冷凝器如图 3-30 所示。

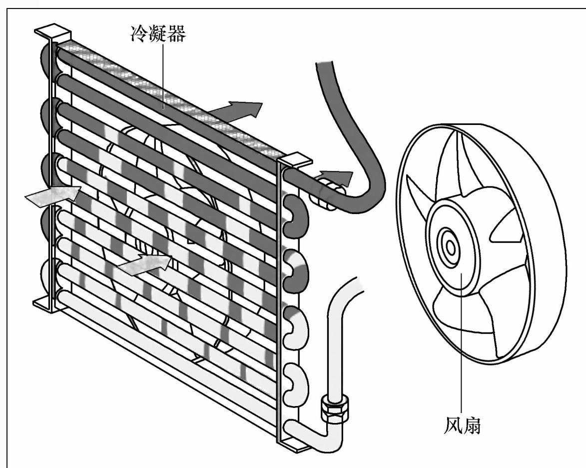


图 3-30 冷凝器

473. 汽车空调压缩机常见故障有哪些？

汽车空调系统的大多数运动件都在压缩机上，因此压缩机的检修量最大。一般压缩机常见的故障有卡住、泄漏、压缩机运转不良和异响过大 4 种。

（1）卡住　卡住是压缩机卡住时不能转动。卡住的原因通常是润滑不良或者没有润滑。

如果发现离合器或传动带打滑，在排除离合器和传动带的故障后，一般都是由压缩机卡住所致。

（2）泄漏　泄漏也是压缩机常见的故障。压缩机泄漏有漏油和漏气两种情况，泄漏轻微，只泄漏制冷剂；严重时，既泄漏制冷剂又泄漏冷冻机油。如果压缩机的缸体上出现裂纹产生泄漏，则应更换压缩机。

（3）压缩机运转不良　压缩机出现运转不良，压缩产生温度更高的蒸气，这样来回循环，会把冷冻机油烧焦，造成压缩机报废。

（4）异响　主要由离合器结合时打滑发出或者由于传动带过松或磨损引起。传动带轮轴承润滑不良，也会引起异响。

474. 怎样加注和排放制冷剂？

按照下述步骤和要领加注制冷剂。

（1）歧管压力表　歧管压力表（空调制冷回路压力表）主要用于对空调系统抽真空、充入时放出制冷剂以及判定空调系统故障等。

歧管压力表工作过程如下：

1）低压手动阀开启，高压手动阀关闭，此时可以从低压侧向制冷系统充注气态制冷剂。

2）低压手动阀关闭，高压手动阀开启，此时可使系统放空，排出制冷剂，也可以从高压侧向制冷系统充注液态制冷剂。

3）两个手动阀均关闭，可用于检测高压侧和低压侧的压力。

4）两个手动阀均开启，内部通道全部相通。如果接上真空泵，就可以对系统抽真空。

（2）从高压端充注制冷剂

1）当系统抽真空后，关闭歧管压力表上的高、低压手动阀。

2）将中间软管的一端与制冷剂罐注入阀的接头连接起来，打开制冷剂罐开启阀，再拧开歧管压力表软管一端的螺母，让气体溢出几分钟，把空气赶走，然后再拧紧螺母。

3）打开高压侧手动阀至全开位置，将制冷剂罐倒立，以便从高压侧充注液态制冷剂。

4）从高压侧注入规定量的液态制冷剂。关闭制冷剂罐注入阀及歧管压力表上的手动



高压阀，然后将仪表卸下。特别要注意，从高压侧向系统充注制冷剂时，发动机处于不起动状态（压缩机停转），更不可拧开歧管压力表上的手动低压阀，以防止产生液压冲击。

（3）从低压端充注制冷剂

1）将歧管压力表与压缩机和制冷剂罐连接好。

2）打开制冷剂罐，拧松中间注入软管在歧管压力表上的螺母，可以听到空气流动的声音，然后拧紧螺母，目的是排出软管中的空气。

3）打开手动低压阀，让制冷剂进入制冷系统。当系统的压力值达到 0.4MPa 时，关闭手动低压阀。

4）起动发动机，将空调开关接通，并将鼓风机开关和温控开关都调至最大。

5）再打开歧管压力表上的手动阀，让制冷剂继续进入制冷系统，直至充注量达到规定值。

6）在向系统中充注规定量制冷剂之后，确定加注制冷剂正常，无过量。随后将发动机转速调至 2000r/min，冷风机风量开到最高档，若气温在 30～35℃，系统内低压压力为 0.15～0.20MPa，高压侧大概为 1.40～1.6MPa。

7）充注完毕后，关闭歧管压力表上的手动低压阀，关闭装在制冷剂罐上的注入阀，使发动机停止运转，将歧管压力表从压缩机上卸下，卸下时动作要迅速，以免过多的制冷剂排出。

（4）排放制冷剂　慢慢地打开高压阀进行降压，大概高压表在 0.35MPa 以下时再打开低压阀，至无压力为止。

475. 怎么对空调制冷系统抽真空？

由于维修或者更换空调制冷回路中部件，系统内就会进入空气，空调制冷回路中是不能有空气的，因此必须将空气彻底抽出。

抽真空时，由于压力越来越低，水逐渐汽化成蒸气而被抽出，这个过程比较慢，因而抽真空最少需 30min 以上。

1）将歧管压力表的高、低压软管分别接在高、低压侧气门阀上，将中间软管与真空泵相连接。

2）打开歧管压力表上的高、低压手动阀，起动真空泵，观察低压表（过程表）的指针，应该有真空显示。

3）连续抽 5min 后，低压应达到 0.03MPa（真空度），高压应略低于零，否则表明系统内有堵塞，应停止抽真空，修复后，再抽真空。

4）真空泵工作 15min 后，低压表指针应在 0.001～0.02MPa 之间，如果达不到此数值，应关闭高、低压手动阀，观察低压表的指针，如果指针上升，说明真空有损失，系统有漏点，应停止抽真空，修复后才能继续抽真空。

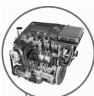
5）系统压力接近于真空时，关闭高、低压手动阀，保压 5～10min。如低压表指针不动，则打开高、低压手动阀开启真空泵，继续抽真空，抽真空的时间不得少于 30min。

6）抽真空结束时，先关闭高、低压手动阀，再关闭真空阀系统，这样，就可以向系统中加注冷冻机油或充注制冷剂。

476. 怎么检查和排除日照传感器故障？

（1）诊断依据　日照传感器通过暖风、通风与空调系统控制模块连接到搭铁和一个 12V 的计时电源。计时电源向传感器电子装置供电，用作日照传感器微型控制器的时钟发生器。传感器使用脉冲信号识别数据，并传输日照强度的测量值。每次遇到计时电源输入的上升沿时，日照传感器微型控制器将改变通道，使信号上新的强度测量值输出到暖风、通风与空调系统控制模块。信号电压在 0～4V 之间变动。

乘客舱温度传感器为负温度系数热敏电阻。传感器依靠信号和低电平参考电压电路



进行工作。当空气温度增加时，传感器电阻减小。传感器信号电压在 0 ~5V 之间变动。

明亮或高强度的光照导致车内空气温度升高。暖风、通风与空调系统通过将额外的冷气送入车内来补偿所升高的温度。

（2）诊断程序　故障诊断见表 3-2。

表 3-2　日照传感器故障诊断

项目	内容/诊断技能	
故障信息	故障码	故障说明
	DTC B016305	乘客舱温度传感器电路对蓄电池短路或开路
	DTC B018302	日照传感器电路对搭铁短路
	DTC B018305	日照传感器电路对蓄电池短路或开路
	DTC B140502	控制模块参考电压输出 2 电路对搭铁短路
	DTC B140505	控制模块参考电压输出 2 电路对蓄电池短路或开路
电路/系统检验	步骤	诊断程序/排除方法
	1	检查并确认 DTC B140502 或 B140505 没有出现。 如果出现故障码，执行“环境光照/日照传感器电源故障”诊断
	2	检查并确认 DTC B016302 或 B016305 没有出现。 如果出现故障码，执行“乘客舱温度传感器电路故障”诊断
	3	检查并确认 DTC B018302 或 B018305 没有出现。 如果出现故障码，执行“日照传感器电路故障”诊断
	4	用温度计测量实际车内空气温度。将这一数值与故障诊断仪“乘客舱空气温度”参数进行比较。测量温度与参数值的差应该不超过 5℃。 如果不在规定的范围内，更换 B10B 环境光照/日照传感器
环境光照/日照传感器电源故障	1	将点火开关置于 OFF 位置，断开 B10B 环境光照/日照传感器的线束插接器和 K33 暖风、通风与空调系统控制模块的 X1 线束插接器
	2	测试 B10B 环境光照/日照传感器搭铁电路端子 6 和搭铁之间的电阻是否小于 5Ω 如果大于规定范围，测试搭铁电路是否开路/电阻过大
	3	点火开关置于 ON 位置，测试参考电压电路端子 2 和搭铁之间的电压是否低于 0.3V 如果高于规定范围，测试参考电压电路是否对电压短路
	4	将点火开关置于 OFF 位置，测试参考电压电路端子 2 和搭铁之间的电阻是否为无穷大 如果小于规定值，测试参考电压电路是否对搭铁短路
	5	测试 K33 暖风、通风与空调系统控制模块线束连接器上的 B10B 环境光照/日照传感器参考电压电路端子 2 和控制电路端子 20（X1）之间的电阻是否小于 5Ω。 如果大于规定值，则测试参考电压电路是否开路/电阻过大
	6	如果所有电路测试都正常，更换 B10B 环境光照/日照传感器并确认故障码没有再次设置 如果再次设置了故障码，则更换 K33 暖风、通风与空调系统控制模块
乘客舱温度传感器电路故障	1	将点火开关置于 OFF 位置，断开 B10B 环境光照/日照传感器上的线束插接器。
	2	将点火开关置于 ON 位置，测试信号电路端子 3 和搭铁之间的电压是否为 4.8 ~5.2V 如果低于规定范围，则测试信号电路端子是否对搭铁短路或开路/电阻过大。如果电路测试正常，则更换 K33 暖风、通风与空调系统控制模块 如果高于规定范围，测试信号电路端子是否对蓄电池短路。如果电路测试正常，则更换 K33 暖风、通风与空调系统控制模块
	3	如果所有电路测试都正常，更换 B10B 环境光照/日照传感器并确认故障码没有再次设置 如果再次设置了故障码，则更换 K33 暖风、通风与空调系统控制模块

（续）

项目		内容/诊断技能
日照传感器电路故障	1	将点火开关置于 OFF 位置，断开 B10B 环境光照/日照传感器上的线束连接器。
	2	断开 K33 暖风、通风与空调系统控制模块上的线束连接器。
	3	点火开关置于 ON 位置，测试信号电路端子 4 和搭铁之间的电压是否低于 0.3V。 如果高于规定范围，测试信号电路是否对电压短路。
	4	点火开关置于 OFF 位置，测试信号电路端子 4 和搭铁之间的电阻是否为无穷大。 如果小于规定值，测试信号电路是否对搭铁短路。
	5	测试 K33 暖风、通风与空调系统控制模块线束连接器上的 B10B 环境光照/日照传感器信号电路端子 4 和控制电路端子 13(X1)之间的电阻是否小于 5Ω。 如果高于规定值，则测试信号电路是否开路/电阻过大。
	6	如果所有电路测试都正常，更换 B10B 环境光照/日照传感器并确认故障码没有再次设置。 如果再次设置了故障码，则更换 K33 暖风、通风与空调系统控制模块。

477. 怎么检查和排除空气温度传感器故障？

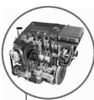
（1）诊断依据　空气温度传感器为二线负温度系数热敏电阻。车辆使用以下的空气温度传感器：左上空气温度传感器、左下空气温度传感器、右上空气温度传感器、右下空气温度传感器、蒸发器温度传感器。

传感器依靠信号和低电平参考电压电路进行工作。当传感器周围的空气温度升高时，传感器电阻降低。传感器信号电压随电阻值下降而下降。传感器在 −40 ~ +85℃ 的温度范围内工作。传感器信号在 0 ~5V 之间变动。暖风、通风与空调系统控制模块将信号转换成 0 ~255 范围内的计数值。随着空气温度的升高，计数值将减小。如果暖风、通风与空调系统控制模块检测到传感器故障，那么控制模块软件将使用默认的空气温度值。默认操作确保暖风、通风与空调系统能够调整车内空气温度接近期望的温度值，直到故障被排除。

（2）诊断程序　空气温度传感器故障诊断程序见表 3-3。

表 3-3　空气温度传感器故障诊断

项目	内容/诊断技能	
故障信息	故障码	故障说明
	DTC B017302	左上出风口空气温度传感器电路对搭铁短路
	DTC B017305	左上出风口空气温度传感器电路对蓄电池短路或开路
	DTC B017802	左下出风口空气温度传感器电路对搭铁短路
	DTC B017805	左下出风口空气温度传感器电路对蓄电池短路或开路
	DTC B050902	右上出风口空气温度传感器电路对搭铁短路
	DTC B050905	右上出风口空气温度传感器电路对蓄电池短路或开路
	DTC B051402	右下出风口空气温度传感器电路对搭铁短路
	DTC B051405	右下出风口空气温度传感器电路对蓄电池短路或开路
	DTC B393302	空调蒸发器温度传感器电路对搭铁短路
	DTC B393305	空调蒸发器温度传感器电路对蓄电池短路或开路
电路/系统检验	步骤	诊断程序/排除方法
	1	检查并确认故障码不存在 如果存在故障码，见本表“电路/系统测试”
	2	使用温度计在每个管道温度传感器上测量实际的温度。比较该值和相应的故障诊断仪管道实际的参数。测量温度与相应的风管实际参数值的差应该不超过 5℃ 如果不在规定范围内，更换相应的风管温度传感器
	3	用温度计测量实际蒸发器温度。将该值与故障诊断仪的“空调蒸发器温度传感器”参数进行比较。测量温度与参数值的差应该不超过 5℃ 如果不在规定范围内，更换 B39 蒸发器温度传感器



（续）

项目		内容/诊断技能
电路/系统测试	1	将点火开关置于 OFF 位置,断开相应温度传感器的线束插接器
	2	测试温度传感器搭铁电路端子 1 和搭铁之间的电阻是否小于 5Ω 如果大于规定值,测试搭铁电路是否开路/电阻过大
	3	将点火开关置于 ON 位置,测试信号电路端子 2 和搭铁之间的电压是否为 4.8～5.2V 如果低于规定范围,则测试信号电路是否对搭铁短路或开路/电阻过大。如果电路测试正常,则更换 K33 暖风、通风与空调系统控制模块 如果高于规定范围,测试信号电路是否对电压短路。如果电路测试正常,则更换 K33 暖风、通风与空调系统控制模块
	4	如果所有电路测试都正常,更换温度传感器并确认故障码没有再次设置 如果再次设置了故障码,则更换 K33 暖风、通风与空调系统控制模块

478. 怎么检修压缩机不工作故障?

制冷系统不能产生压力和制冷剂运动的动力。在低压管侧不能产生低压，在高压侧也不能产生高压。当发动机加速时，检查高压侧的压力是否会上升，对压缩机加入一定的压缩机机油再看高压侧压力有否上升，如没有则问题出现在压缩机，应对压缩机进行更换维修。

479. 怎么判断压缩机产生噪声?

压缩机的噪音可能有带轮打滑、压缩机叶轮产生噪声、压缩机电磁离合器的噪声等。传动带轮打滑的噪声是带有“嘎嘎”或“嗡嗡”声；而压缩机叶轮的声音是“吱吱”“嘭嘭”“乒乒”等声音；电磁离合器的声音是“咔嗒”声。对压缩机进行进一步检查，如确实是压缩机所产生的噪声，则对压缩机进行更换维修。

480. 怎么判断是否压缩机机油不够?

压缩机机油具用有润滑、密封、冷却和降低噪声等作用。当压缩机机油不够时，会产生压缩机噪声，压缩机的功效下降，压缩机的寿命也会缩短。如果给压缩机添加压缩机机油，情况有明显改进，则表明缺乏机油，应进行相应的维修。

481. 怎么判断压缩机内部是否有泄漏?

压缩机内部泄漏主要是由于压缩机一些密封部件出现的磨损或破坏。对于压缩机内部泄漏的测试就是在压缩机的吸、排气检修阀上装上歧管压力计，并关闭手动高、低压阀，再用手转动压缩机主轴，每秒转动一圈，共转 10 圈，高压表的压力应大于一定值，低压表的压力应低于一定的值。如不满足要求，则说明压缩机有内部的泄漏。当制冷系统运转时，如低压端压力太高，而高压端压力过低，这也表明压缩机内部有泄漏。应对压缩机进行更换。

482. 怎么判断压缩机是否有外部泄漏?

压缩机的外部泄漏主要是指制冷剂从轴封、端盖、吸排气阀口等处泄漏。如果有泄漏需要对压缩机进行更换维修。可以用以下两种方法对压缩机外部检漏。

（1）检漏仪检漏　电子检漏仪是应用比较多的一种设备。电子检漏仪的工作原理是：在它的内部有一对电极，阳极由白金做成。当制冷剂流过两极之间，两极之间的电流会增大，以此为信号就可检漏出制冷系统的泄漏情况。

（2）压力检漏　采用的方法是向制冷系统充入空气（最好为氮气，因为氮气无水分），然后用肥皂水检漏。如果有泄漏，泄漏处会出现肥皂泡。这也是一种传统比较有效的检测方法。

加压测试泄漏时，首先应正确连接歧



管。在正确地把软管接到在压缩机的高、低压检修阀后，打开高低压检修阀，向系统中充入干燥氮气。压力在 1.5MPa 左右。当系统达到规定压力后，用肥皂液涂抹在系统各个连接处和焊接处，仔细观察有无泄漏。泄漏大的地方有微小的声音，并出现大的泡沫；泄漏小的地方，则间断出现小的泡沫，所以检漏必须仔细，并反复检查几次。发现渗漏处要应作出记号并及时加以修复，然后再去试其他接头处，直到渗漏彻底消除。

483. 怎么检测蒸发器?

蒸发器直接与车厢内的空气进行热交换。它传热能力的强弱对制冷有很大的影响。必须对蒸发器进行严格的检测。蒸发器的检测有如下内容：

1）蒸发器是否损坏。

2）用检测仪检查其是否泄漏。

3）观察排泄管道是否通畅。

4）观察蒸发器外表是否有积垢、异物等。

5）检查肋片有无弯曲，如有用一字槽螺钉旋具将弯曲部位弄平。

蒸发器如有损坏、裂纹和漏油应对蒸发器进行更换。

484. 怎么更换蒸发器?

蒸发器的拆卸与安装是一个逆过程，拆卸程序如下：

1）断开蓄电池上负极电缆的连接。

2）将制冷剂从系统中排出。

3）拆下杂物箱和盖。

4）将进气拉线断开。

5）断开鼓风机电动机插头和电阻插头的连接。

6）按照顺序进行拆卸，不要让压缩机机油流出。

7）按照与拆卸相反的顺序进行安装。

8）调整进气拉线。

9）进行制冷系统的相关检测。

485. 怎么使用电子检漏仪对空调系统检漏?

电子检漏仪是应用比较多的一种设备。电子检漏仪的工作原理：在它的内部有一对电极，阳极由铂做成。当制冷剂流过两极之间，两极之间的电流会增大，以此为信号就可检测出制冷系统的泄漏情况。

486. 怎么利用压力对空调系统检漏?

采用的方法是向制冷系统充入空气（最好为氮气，因为氮气无水分），然后用肥皂水检漏，如果有泄漏，泄漏处会出现肥皂泡。这也是一种比较有效的传统检测方法。

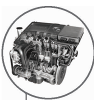
加压测试泄漏时，首先应正确连接歧管压力。把软管正确地接到压缩机的高、低压检修阀之后，打开高、低压检修阀，向系统中充入干燥氮气，其压力在 1.5MPa 左右。当系统达到规定压力后，用肥皂液涂抹在系统各个连接处和焊接处，仔细观察有无泄漏，泄漏大的地方有微小的声音，并出现大的泡沫，泄漏小的地方，则间断出现小的泡沫，所以检漏必须仔细，并反复检查几次，发现渗漏处要应做出记号并及时加以修复，然后再去试其他接头处，直至渗漏彻底消除。

487. 怎么检修压缩机反复吸合故障?

（1）故障表现　开空调后空调压缩机反复吸合，没有制冷效果。

（2）检查　连接压力表，打开空调开关，高压压力急剧升高，空调压缩机被切断，当压力降下后空调压缩机又被吸合。

（3）分析　通过现象分析故障的根本原因是空调压力开关起保护作用造成的。一种是冷凝器堵塞、不能正常散热而导致该故障。一种是风扇故障导致冷凝器散热出现问题。



488. 怎么检修空调制冷效果差故障?

（1）故障现象　帕萨特 B5 轿车怠速时空调制冷效果很差，正常行驶中制冷效果比怠速时候明显改善。

（2）检查分析　连接压力表检查高、低侧管路内的压力，发现低压和高压的压力都高，造成压力高的原因可能是制冷剂过多或散热不好。

1）该车冷凝器为新更换的，可排除冷凝器的问题。

2）检查发现电子小风扇在高速运转，而且是向后抽风，这表明电子风扇运转正常。

3）检查大风扇时发现风扇运转时往后抽的风很小，说明风扇存在问题。

（3）故障排除　更换风扇，检查空调系统的压力，低压为 2.1bar，高压为 13.5bar。空调工作正常。

489. 怎么检修空调系统不制冷故障?

（1）故障现象　一辆雪佛兰科鲁兹轿车没有冷风。

（2）故障检查　造成空调压缩机离合器不工作有以下原因：

1）环境温度低于 1℃。

2）发动机温度高于 124℃。

3）空调高压侧压力超出安全范围。

4）蒸发器温度低于 3℃。

5）发动机怠速时，发动机控制单元检测到节气门位置信号超出设定范围。

6）发动机控制单元检测到怠速转速超出设定范围。

诊断仪进入该车系统查看相关数据，发现蒸发器温度传感器显示温度为 106℃，不在正常范围，其他相关数据都正常。故障为蒸发器温度传感器回路，故障码 B3933，说明蒸发器温度传感器已经损坏。

（3）故障排除　更换蒸发器温度传感器后，清除故障码。起动发动机，打开空调开关，压缩机离合器正常工作。用温度计测试出风口温度为 6℃，在正常范围内。

490. 空调系统高、低压均低是什么问题?

空调系统高、低压表的指示都比正常值低。这可能是因为制冷剂不足，检查时，可发现高压管微热、低压管微冷，但温差不大，从视镜中可以观察到每隔 1～2s 就有气泡出现。这时应先检查有无泄漏点，补漏后再补足制冷剂。如果低压表指示比正常值低很多，这时视镜内可见模糊雾流，高、低压管无温差，冷气不冷，说明制冷剂严重泄漏。

491. 空调系统低压表指示接近零且高压低是什么问题?

低压表指示接近零，高压表指示比正常值低。这时，空调系统常表现为出风不冷、膨胀阀前后的管路上结霜。其原因，一方面可能是膨胀阀结霜堵塞，使得制冷剂在系统中无法循环，此时应反复抽真空，重新添加制冷剂；另一方面可能是膨胀阀感温包损坏，造成膨胀阀未开启，此时应检查感温包。高、低压表指示都过低，这可能是压缩机的内部故障，如阀板垫、阀片损坏，需要更换压缩机。

492. 空调系统压力高是什么问题?

空调系统高压和低压压力均高，通常有以下两种情况所导致。

（1）膨胀阀故障导致的压力高　压缩机吸气管表面温度比正常情况下低，出现潮湿冰冷现象。由于空调系统膨胀阀开度过大，蒸发器内制冷剂已经剩余，这样就严重影响蒸发，相应地就会减少吸热量，造成空调凉度不够。这种情况更换膨胀阀即可排除。

（2）制冷剂过多导致的压力高　关闭空调系统压缩机后，车辆怠速工况，20min 后，如果视液镜内仍然清晰无气泡流过，可以断



定制冷剂过多，应排出多余的制冷剂。

493. 空调系统低压过高且高压稍高是什么问题？

空调系统低压表指示过高，高压表指示稍高。这种情况一般是冷凝器冷却不足，可以用自来水给冷凝器冷却，冷却后如果压力逐渐正常，就可以判定是冷凝器冷却不足。清洗冷凝器外表，必要时更换冷凝器。

494. 空调系统低压负压而高压异常是什么问题？

空调系统低压表指示为零或负压，高压表指示正常或偏高。冷风效果很差，但有时候又正常，这种情况一般是制冷系统中有水分，水分进入制冷循环系统，在膨胀阀小孔处冻结，融化后恢复正常状态。更换干燥管即可解决问题。

空调系统低压表指示较低，高压表指示过高。这种情况一般是制冷系统堵塞，堵塞的部件一般在制冷系统的高压侧，例如干燥过滤器、膨胀阀，同样堵塞现象一般是由制冷剂所含有的水分、尘杂等导致。

495. 空调系统低压过高而高压过低是什么问题？

空调系统低压表指示过高，高压表的压力过低。这种情况一般是压缩机内部有泄漏，一般只能更换压缩机来解决。

496. 怎么检修制冷剂或冷冻油导致的空调效果差故障？

1）维修时过多地加入冷冻油，也会使制冷系统的散热量下降。如果是加注的冷冻油量过多，那么当空调系统正常运转时，能从视液镜中看到较为混浊的气泡。

2）制冷剂注入是否过多，可以从干燥罐上方的视液镜中观察到，如果汽车空调在运转时，从视液镜中看不到一点气泡，压缩机停转后也无气泡，那么肯定是制冷剂过多。

497. 怎么检修制冷剂与冷冻油内有杂质导致的制冷效果差故障？

1）如果制冷剂和冷冻油内脏物过多，必然导致系统管道或者部件出现堵塞，制冷剂通过能力下降，阻力加大，流向膨胀阀的制冷剂也会相对减少，导致制冷效果差。

2）在相邻制冷管道及部件中如果有较为非常明显的热冷情况，多数就是堵塞。

498. 怎么检查冷凝器散热问题导致的空调效果差故障？

1）行车中，汽车发动机前方的冷凝器表面上会覆盖有油污泥土或杂物，从而使其散热能力下降。

2）冷却风扇的故障，如传动带过松、冷却风扇转速下降或冷却风扇高速等问题，都会导致冷凝器的散热能力下降，要经常清洗散热器。

499. 怎么检修压缩机传动带过松导致的空调系统效果下降故障？

1）如果压缩机传动带过松，会使压缩机工作时出现打滑，这样就导致传动效率降低，使压缩机转速和压缩制冷剂的输送量下降，从而直接使空调系统制的冷能力下降。

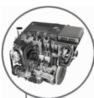
2）空调压缩机传动带的检查方法是：在发动机停转时，在传动带中间位置用手拨动、翻动传动带，以能转 90°为宜，如果转动角度过大，则为传动带松弛，应该调整；如果用手翻转不动，说明传动带过紧，这样也有损于压缩机轴承，应该进行调整。

500. 怎么检查和排除压缩机故障导致的空调不工作故障？

（1）故障信息　空调不工作，副厂空调压缩机过载导致驱动盘故障。

（2）检查和分析

1）连接空调系统压力表测量高、低压



管路压力，发现制冷剂的压力已经符合压力标准。

2）连接故障诊断仪，发现故障码01232：空调压缩机调节阀（N280）开路或对正极短路，为永久性故障，无法清除。

3）读取测量数据块，从显示的数据来看，空调压缩机上的调节阀上已经有电流流过，从数据流看出压缩机调节阀的脉冲占空比为70%。根据数据流的数值，可以判断空调压缩机已经工作，但貌似空调压缩机功率不足。因为该车之前为此更换过压缩机，所以此时怀疑压缩机质量不过关。

（3）故障排除　检查空调压缩机带轮，发现在起动的时候，空调压缩机带轮运转，但空调压缩机的轴不转。将其拆下后发现，空调压缩机驱动轮与空调压缩机轴所连接的驱动盘发生断裂。

更换新的原厂压缩机驱动盘。重新灌注制冷剂，试机发现空调制冷效果非常好，故障彻底排除。

501. 为什么压缩机驱动盘会因过载而导致内部故障？

奥迪A6轿车的空调压缩机采用变排量压缩机，功率可以实现无级调节，该压缩机具有两种保护装置：过载保护装置和制冷剂泄漏保护装置。

空调压缩机带轮内部置有过载保护装置，它与驱动盘之间靠橡胶块连接，橡胶块具有缓冲效应。一旦发生过载，橡胶缓冲块先损坏，从而切断空调压缩机带轮与驱动盘的连接，带轮将会无阻碍地运转，避免了传动带及发动机部件的损坏。

空调控制单元J255根据制冷剂压力和温度传感器G395的信号来检测可能会发生的制冷剂泄漏现象，如果发生泄漏，制冷功能将被关闭，避免因无制冷剂而造成压缩机损坏。副厂压缩机会导致空调压缩机驱动盘因过载而出现内部故障（发生断裂）。

502. 怎么检修温度传感器故障导致的空调制冷效果差故障？

（1）故障信息　奥迪A6轿车，空调系统运行时，压缩机工作数秒电磁离合器就分离，再过几秒后，电磁离合器又接合，制冷效果极差。

（2）检查和分析

1）首先进行常规检测，用万用表测量电磁离合器线圈电阻正常。

2）用外接12V电源强行使压缩机工作，同时用歧管压力计测量高、低压侧的压力，测量结果高压侧压力为1520kPa、低压侧压力为189kPa，均正常。

3）检查恒温器正常。

4）检测冷却液温度传感器。压缩机运行过程中测量离合器刚分离时发动机冷却液的温度，测量结果冷却液温度为110℃。发现冷却液温度传感器失灵。

（3）故障排除　更换新的冷却液温度传感器后，故障排除。

503. 怎么检修和排除空调压缩机反复吸合故障？

（1）故障信息　开空调后空调压缩机反复吸合/断开，几乎没有制冷效果。

（2）检查和分析

1）连接空调压力表，静态时候空调高、低压压力都正常。

2）起动发动机后打开空调开关，可以看见高压压力急剧升高，瞬间升高到4000kPa，空调压缩机被切断；当压力降到3000kPa左右，空调压缩机又被吸合。

这样可以初步判断故障的原因是空调压力开关起保护作用造成的。

3）当用自来水冲洗冷凝器时，高压压力恢复正常，出风口效果相对好了许多，空调压缩机也不断开了。

4）经检查空调内循环正常，因此断定是冷凝器不好导致散热不良。



（3）排除过程　经检查，散热电子风扇的风向是从发动机吹向冷凝器，这样一定是在维修过程中维修工将风扇电动机两根线接反，散热风扇将发动机的热量传给冷凝器，高温高压的制冷剂不能得到有效的冷却，反而被升温，导致高压开关处压力过高，空调压缩机就被反复断开。

504. 怎么检修和排除蒸发器故障？

（1）故障信息　某宝来轿车，蒸发器导致的开启空调制冷系统后，感觉制冷量不足。

起动发动机，开启空调制冷功能，风速开至2档，风向选择为中部出风，用温度计测量出风口温度，5min后温度计显示17.5℃，大大高于“出风口温度小于11℃”的标准值。

（2）检查和分析　该款车的空调系统由制冷系统、供暖系统、送风系统、电子控制系统组成。因为报修的是制冷问题，所以这里可以不考虑供暖系统。

1）连接压力表，高、低压的指数也都在正常的范围内。

2）检查冷凝器，干净无脏污。

3）目测低压管上有露水，用手触摸管路，感觉很凉。

4）如果蒸发器制冷不足，也会造成通过蒸发器的空气不能被充分冷却，这样从出风口送出的空气温度也会变高。于是拆下鼓风机，用手触摸鼓风箱内的蒸发器外壳，发现其外壳温度明显高于空调低压管的温度，只是微微凉，不像低压管那样冰手，明显不正常，由此判断蒸发器内部堵塞，造成热交换不良。

（3）故障排除　拆下鼓风箱，更换蒸发器后装覆试车。经过测试，出风口温度降低到4℃，符合出风口温度的标准，空调制冷量不足故障排除。

505. 怎么检修空调冷风出风口温度高故障？

蒸发器内部堵塞会导致通过蒸发器的空气不能被充分冷却，同时送风系统的冷热风门也存在关闭不严，造成本来就温度偏高的空气再与热空气混合后送出，使得出风口送风温度过高。

对于空调系统的故障，在诊断时最好根据空调系统的组成，按照制冷系统、供暖系统、送风系统、电子控制系统，采用分系统诊断，这样可以大大地简化诊断流程和提高诊断效率。

506. 怎么检修冷却液温度传感器导致的空调故障？

（1）故障现象　某奥迪A6轿车，压缩机工作电磁离合器时而啮合时而分离，制冷效果很差。

（2）检查和排除　执行故障诊断仪检测数据流，冷却液温度为110℃。更换新的冷却液温度传感器后，故障现象消失。

奥迪A6轿车发动机冷却液温度超过120℃或冷却液温度传感器失灵报警时，空调电控单元会使空调自动停止工作，待冷却液温度为115℃时，压缩机又会重新恢复工作，从而造成该车空调制冷效果差的故障现象。

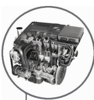
507. 怎么检修和排除开空调出风口吹热风故障？

（1）故障信息　某奥迪A8轿车，打开空调不一会儿，左前出风口会吹出热风。

（2）检查分析　该车空调系统采用4区控制，车内驾乘人员均可以将车内的温度调节到各自需要的温度。这项功能的实现与各区出风口作为反馈信号的温度传感器和各区的作为执行元件的空调翻板伺服电动机有关。

本故障的左前单一出热风故障，这样就很可能是以下两个原因造成：一是左侧伺服电动机（V158）有时调节失灵；另外是左侧出风口温度传感器（G150）信号有时错误。

检查左侧伺服电动机V158，排除了其出



现故障的可能。接着检测左侧出风口的温度传感器的信号值。把 4 个区的空调温度设为 22℃，并将空调设在 AUTO 档，用 VAS5051 读数据流，结果发现 017 数据块中温度传感器的信号值有差别，左侧出风口温度传感器（G150）的显示值在 13℃不变，右侧出风口温度传感器（G151）的显示值是 21℃，中间出风口温度传感器（G191）的显示值是 23℃。

根据数据块的显示，2 区和 3 区的温度传感器的信号值显示属于正常，都接近空调开关的设定值。1 区显示的左侧出风口温度值是 13℃，明显偏低。该信号传给空调控制单元后，空调控制单元认为该出风口的温度调节过低，就会调节 V158，让左侧的出风口温度升高，于是左侧出风口便吹出热风，而实际上左侧出风口的温度并不高。

（3）故障排除　更换左侧出风口温度传感器（G150），试车，空调出风口出风正常，故障排除。

508. 怎么检修和排除低压管导致的空调不制冷故障？

（1）故障信息　某宝马 745Li 轿车，前后独立空调系统，出现空调系统不制冷的现象。

（2）检查分析　执行故障诊断仪检测，无故障码。

一般通过高、低压压力就可以基本上判断故障的所在，接上制冷剂加注机查看高、低压管路的压力。起动发动机，将空调调至最冷，风量最低，观察高、低压压力，发现高压正常，为 1350kPa；低压从 200kPa 慢慢降低到 0，而且一直保持在 0 的位置。正常的压力应该是，低压应在 100～200kPa 之间，高压应在 1000～1500kPa 之间。读取空调系统的数据流，发现蒸发器温度为 30℃，而正常的温度在 2～8℃之间；读取空调压缩机功率为 100%，而正常的功率一般在 84% 左右，种种现象都类似冰堵的迹象。于是将发动机熄火，将空调系统重新按照标准抽空加注，起动，故障依旧。

在发动机关闭的瞬间，低压压力又回到了正常的位置，如果是空调系统里面有水造成冰堵的话，不可能在瞬间压力又恢复正常。根据经验，可能是由于前后电磁阀堵了造成的，对于很多宝马车，如果低压为零，高压正常的话，很多都是由于电磁阀的原因造成的，将前后电磁阀阀芯取掉，并对空调系统重新抽空加氟，故障现象没有变。

根据空调前后独立空调系统的结构，制冷剂循环如图 3-31 所示。

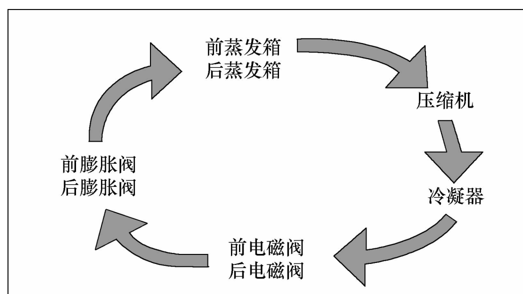


图 3-31　制冷剂循环示意图

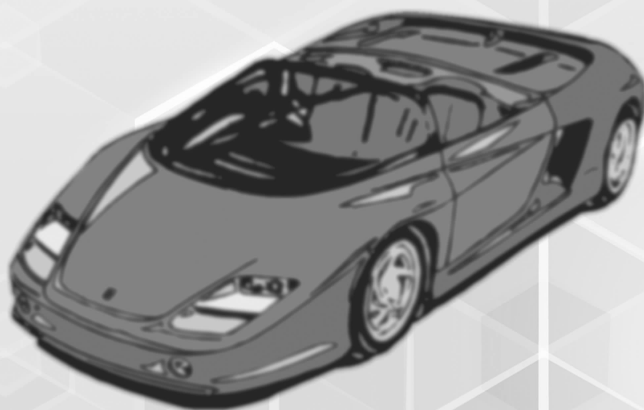
因为前后独立，可以独立关闭前后空调来判断是前或者后空调出问题，结果不管单独开前空调还是后空调，故障现象都出现，表明问题出在空调系统的公共部分，也就是至少是冷凝器、高压管路、低压管路和压缩机其中之一出问题。

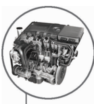
高压正常表明从压缩机出来一直到进入电磁阀这些部件都正常。而低压不正常，就有可能是低压管或者压缩机出现问题，也就是说，要么是压缩机坏了，要么是低压管堵了。着重检查低压管，将低压管从防火墙处断开，用压缩空气吹，没有从里面吹出什么来，很顺畅。

（3）故障排除　利用替换法更换该车的低压管，制冷恢复正常。读取蒸发器温度为 5℃。说明故障就是低压管路造成的，为了彻底找到原因，将低压管路划开，发现有一段内部弹性体与尼龙套脱开了，挡住了一半的低压管路通道。更换低压管后，故障排除。

第四章

电气系统维修攻关精练







第一节　通识知识与技能

509. 怎样测量电压?

用电压表测量电压。测量电学参数（电压、电流、电阻）时通常使用数字万用表。

电压表始终与用电器、元件或电压电源并联在一起。

为了不影响待测电路，电压表内阻应尽可能大。在电压电源上测量时测量瞬时电压。用电压表测量时要注意以下几点：

1）必须设置电压类型，即交流电压或直流电压（AC/DC）。

2）开始时应选择较大的测量范围（量程）。

3）测量直流电压时注意极性。

4）测量后要将电压表调到最大的交流电压量程。

510. 什么是直流电压?

电压值和极性保持不变的电压称为恒定（理想）直流电压。电压值变化和极性保持不变的电压称为直流电压。

最常用的直流电压电源包括原电池（蓄电池）、直流发电机（部分接有整流器）、光电池（太阳能系统）和开关模式电源。在技术领域还通常组合使用变压器和整流器。

511. 什么是交流电压?

数值大小和极性不断变化的电压称为交流电压。交流电压的典型代表是家庭常用的“来自插座的电源”。

512. 什么是电荷载体?

电荷载体可以是电子（金属电荷载体）或离子（液态和气态电荷载体）。由于外侧电子（价电子）与原子核的距离相对较远，因此这些电子与原子核的连接较弱。原子吸收能量（例如热、光和化学过程）后，价电子从原子外侧壳体上脱离，形成所谓的自由电子。

自由电子从一个原子移动到另一个原子时称为电子流动或电流。

513. 什么是电路?

电路由电源（例如电池）、用电器（例如灯泡）和导线组成。通过开关可使电路闭合或断开。

每个电导体都带有自由电子。电路闭合时，所施加的电压使导体和用电器的所有自由电子同时朝一个方向移动。

514. 电流是怎样产生的?

电流是指电荷载体（例如物质或真空中的自由电子或离子）的定向移动。

每个时间单位内流动的电子（电荷载体）数量就是电流强度，俗称电流。单位时间内流经导体的电子越多，电流强度就越大。电流强度用电流表测量。

电压是产生电流的原因。只有在闭合的电路内才有电流流动。

515. 什么是直流电流?

最简单的情况是，电流流动不随时间而改变。这种电流称为直流电流（DC）。电路中电流的方向是从正极流向负极。

516. 什么是交流电流?

除直流电流外还有交流电流（AC）。交流电流是指以周期方式改变其极性（方向）和电流值（强度）的电流。该定义也适用于交流电压。交流电流的特点是其电流方向呈周期性变化。电流变化频率（通常也称为电源频率）表示每秒钟内电流朝相同方向流动的次数。



517. 什么是脉动电流？

如果在一个电路中直流电源和交流电源可同时起作用，就会产生脉动电流。因此，周期电流是直流电流与交流电流叠加的结果。

518. 怎样测量电流？

（1）电流表测量电流　电流表始终与用电器串联在一起。为此必须断开电路导线，以将电流表串到电路中。测量时电流必须流经电流表。

电流表内阻应尽可能低，以免影响电路。

用电流表测量时要注意以下几点：

1）注意电流类型，即电路中流过的是交流电流还是直流电流（AC/DC）。

2）开始时应选择尽可能大的量程。

3）注意直流电流的极性。

4）测量后要将电流表调到最大交流电压量程。

（2）电流夹钳测量电流　如图 4-1 所示，使用电流夹钳测量电流。如果待测电流强度大于 10A，那么用电流夹钳测量电流的优势就非常突出。另一个优点则是测量电流强度时无需打开电路。



图 4-1　电流钳测量电流

1—电流钳　2—蓄电池负极单线

519. 电阻有什么作用？

简单地说，干扰电子流动的效应称作电阻。

该效应使电阻具有限制电路内电流的特点。在电子系统中，电阻的作用非常重要。除作为元件的标准电阻外，其他各部件都有一个可影响电路电压和电流的电阻值。

固定电阻器和可变电阻器在机动车电子系统内使用。固定电阻器分为线绕电阻器和金属膜电阻器。

520. 什么是导体的电阻？

导体的电阻取决于导体的尺寸、比电阻和温度。导体越长电阻值越大。导体横截面越大电阻值越小。相同尺寸的不同材料其电阻值不同。

521. 什么是作为元件使用的电阻？

在大多数情况下导体的电阻都会带来不利影响，因此电子系统通常需要将电路电流限制在一个特定限值内，然后根据具体用途将相应类型和大小的电阻作为元件使用。电阻器尺寸通常很小，用字符标出很难辨识电阻值，因此通常用色环来表示电阻值。

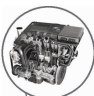
每种颜色都代表一个特定的阻值，因此可以通过计算色环数值总和得到电阻值。电阻上注明的电阻值仅适用于温度 20℃ 的条件。之所以有这种限制是因为所有材料的电阻都会随温度而变化。

522. 什么是机械可变电阻？

机械可变电阻分为电位器和微调电位器。

电位器的电阻值可随时改变，而微调电位器的电阻值只能在进行调节时偶尔改变。电位器装在防尘套内，有一个轴。

电位器用于进行长度测量。电位器活动触头与待测长度有关。测量可变电阻器的电压降，通过电阻内的变化可以量度长度变化。电位器也可以作为角度传感器使用。在这种情况下，旋转角度与电位器电阻上的电压降之间具有一种固定的相互关系。用于测量电压的电位器电路如图 4-2 所示。



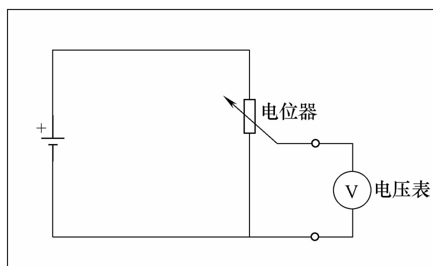


图 4-2 用于测量电压的电位器电路

523. 什么是 NTC 热敏电阻器?

（1）NTC 热敏电阻器特性　非金属物质具有热敏电阻特性。NTC 热敏电阻器，其中的 NTC 表示“负温度系数”，其电阻值随温度升高而降低。电阻器可通过电流固有的加热特性直接加热，也可通过外源间接加热。

（2）NTC 热敏电阻器在车辆上的应用　在车辆内，NTC 热敏电阻器用于测量温度，例如冷却液、进气、车内和车外温度。(图 4-3)

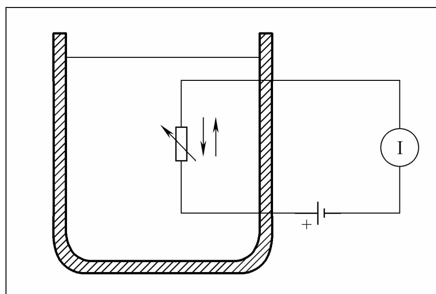


图 4-3 NTC 热敏电阻器用作温度传感器示意图

524. 什么是 PTC 热敏电阻器?

（1）PTC 热敏电阻器特性　PTC 热敏电阻器的阻值随温度升高而增加。因此，这种热敏电阻器的温度系数称为正温度系数。这表示，该电阻器在低温条件下比高温条件下能够更有效地导电。

（2）PTC 热敏电阻器在汽车中的应用　PTC热敏电阻器用作空调系统内风扇电动机的过载保护装置，也用来控制车外后视镜内的加热电流。例如，PTC 热敏电阻器用来监控燃油箱储备量。车外后视镜内加热控制电路如图 4-4 所示。

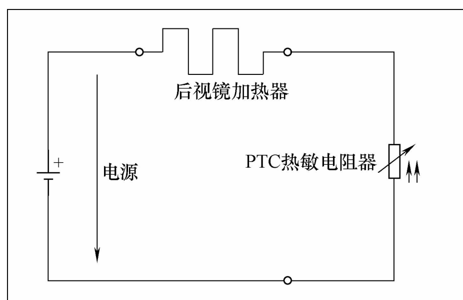


图 4-4 车外后视镜内加热控制电路

525. 什么是光敏电阻器（LDR)?

（1）光敏电阻器（LDR）　光敏电阻器是可以在光线影响下改变自身电阻的半导体组件。

（2）光敏电阻器（LDR）在汽车中的应用　例如，在自动防眩目车内后视镜中，两个 LDR 测量向行驶方向的入射光线和向其他方向的入射光线并将它们进行比较。

526. 怎样测量电阻?

电阻值用万用表的电阻档测量。在大多数情况下使用多量程测量仪（万用表），以免出现读数错误和不准确。测量电阻时要注意以下几点：

1）测量期间不得将待测部件连接在电压电源上，因为万用表使用本身的电压电源并通过电压或电流确定电阻值。

2）待测部件必须至少有一侧与电路分离。否则并联的部件会影响测量结果。

3）极性无关紧要。

527. 电容器是怎样工作的?

电容器在汽车中大量使用，汽车上的控制模块都离不开电容。

电容器是一个能够存储电荷或电能的元件。最简单的电容器由两个对置的金属板和金属板之间的一个绝缘体组成。

通过开关闭合将一个直流电压电源连到电容器上时，就会进行电荷转移。一个电容



器金属板上电子过剩（负电荷），另一个金属板上的电子不足（正电荷）。

短时内流过一股充电电流，直至电容器充满电。该电流可用电流表测量。

电容器充满电时不再有电流流过（电流表显示0A），即使之后电压电源仍保持连接状态。随后电容器阻断直流电流，即电容器电阻变为无限大。

电容器与直流电压电源断开后电容器仍保持充电状态，即两个金属板之间存在电子差。电容器存储了电能。

528. 电容器充电/放电有什么特性？

通过改变开关位置使电容器短路时，放电电流朝反方向流动。直至两个金属板重新为电中性，或电阻内的电能转化为热能时，放电电流停止流动。

电容器充电过程开始时的电流较高，而开始时的电压较低或为0V。随着电容器充电过程的进行，电流越来越小，电压越来越大。

电容器充满电时不再有电流经过。电压达到电源电压值。

电容器开始放电时电流较高，但与充电时的流动方向相反。电压开始时为最大值，然后随电容器放电而不断降低。电容器完全放电后不再有电流经过，电容器金属板之间没有电势差。如果单位时间内充电和放电过程的数量增加，例如通过施加交流电压，则单位时间内的充电和放电电流数量就会增大，因此单位时间内的电流平均值也会增大，电容器内的电流变大，即电容器电阻明显减小（电容性电抗）。电容器在车辆上作为短时电荷存储器使用，用于电压滤波和减小过压峰值。

529. 电容器有哪几种类型？

（1）非极化电容器　非极化电容器的两个接头相同，即可以相互调换。非极化电容器可用直流和交流电压驱动。

（2）极化电容器　极化电容器有一个正极接头和一个负极接头。这两个接头不能互换。极化电容器不能用交流电压驱动。

（3）纸质或包层电容器　将一层或多层石蜡或油纸放在两个金属膜之间（几μm厚），用复合密封剂或填充剂将包层密封起来，以防造成机械损伤。

（4）陶瓷电容器　这些电容器使用陶瓷作为电介质，陶瓷上烧结有金属银作为电极。钛电容是这类电容器的代表，并且通过与其他电容器和线圈组合使用，即使温度发生变化，这种电容器也可以达到一个恒定的谐振频率。

（5）电解电容器　在这些电容器中，通过电解作用在铝片上形成一层极薄的氧化膜。浸有电解液的纸或纸网夹在这些薄膜之间，形成正电极。铝片形成负电极。由于电解电容器使用极薄的氧化膜作为电介质，因此具有较大的电容。

530. 什么是电容？

电容器的存储能力称为电容。电容的单位是法（F）。

计算充电和放电时间时，需要电容器充电电流经过的电阻阻值和电容器电容值。施加的电压大小对充电时间没有影响。电容器电容C越小、电阻R越小，充电过程越快。

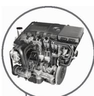
531. 电容器串联是怎样的？

电容器与电阻相似，电容器也可并联和串联。

电容器串联：将电容器依次连接在一起且相同电流经过所有电容器时，电容器为串联形式。

总电压分布在串联电容器上。局部电压之和等于总电压。最小电容上的电压降最大。最大电容上的电压降最小。

串联电路的总电容小于最小的单个电容。每增加一个串联电容器，总电容就会随之减小。



532. 电容器并联是怎样的？

电容器并联时，施加在所有电容器上的电压都相同。电容器通常采用并联方式，以增大电容。

因为通过电流为电容器充电，所以所有电容器的总电容大于所有单个电容器的电容。总电容等于单个电容之和。

533. 电容器在汽车上是怎样运用的？

例如，图4-5所示汽车车内照明灯关闭延迟。

电容器C与继电器的线圈并联在一起。因此，释放开关后仍有电流通过继电器，从而通过照明灯。通过继电器的励磁线圈使电容器放电后，继电器就会关闭照明灯电路，照明灯电流在开关释放后延迟一小段时间才中断。

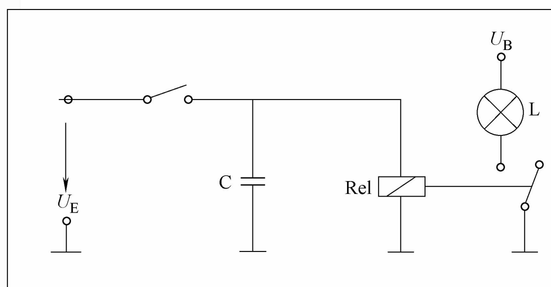


图4-5　车内照明灯关闭延迟电路

534. 汽车上有哪些应用线圈的电感元件和零部件？

在车辆电气系统上线圈有多种用途，例如用作点火线圈、用于继电器和电动机内。在车辆电子系统上，线圈用于感应式传感器内，例如曲轴和凸轮轴传感器。线圈还可以用于输送能量（变压器）或进行过滤（例如分频器），在继电器内可以利用线圈做磁力切换开关。

535. 什么是导电体的磁场？

在每个载流导体周围都有一个磁场。磁力线的形状为闭合的圆圈。

载流导体周围磁力线的方向可通过右手螺旋定则确定。设想将一个右旋螺纹螺栓沿电流方向（技术方向）拧入一个导体内，则其旋转方向就是磁力线方向。

536. 什么是磁力线圈？

基本线圈是指缠绕在一个固体上的导线。但不一定要有这个固体。它主要用于固定较细的导线。线圈用在变压器、继电器和电动机内。

有电流经过线圈时，就会产生磁场。线圈将电能存储在磁场中。切断电流时，磁能重新转化为电能。产生感应电压。线圈最重要的物理特性是其电感。

但除了电感外，实际线圈还具有其他一些（通常是不希望出现的）特性，例如电阻或电容。通过在线圈中放入一个铁心可使磁场强度增大1000倍。铁心不是电路的一部分。带有铁心的线圈称为“电磁铁”。

537. 什么是电磁感应？

电导体或线圈在磁场中移动时，导体或线圈内就会产生一个电压。磁场强度改变时，导体或线圈内也会产生电压。该过程称为电磁感应，产生的电压称为感应电压。

感应电压的大小取决于磁场强度（绕组数量N、电流强度I和线圈结构）。

电导体或线圈在磁场中的移动速度是不断变化的，电流经过线圈时，线圈周围就会产生一个不断变化的磁场。电流每变化一次线圈内都会产生一个自感应电压。产生该电压的目的在于抵消电流变化。

简单地说，电感对磁场变化（建立和消失）的反作用与物理学中的惯性原理相似。

538. 电磁感应在汽车上是怎样运用的？

感应式脉冲传感器根据感应原理工作。为此主要需要一个线圈（绕组）、一个磁场和“相对移动”。通过这种测量原理能够以



非接触（因此也不产生磨损）方式测量角度、距离和速度。发动机转速是计算空燃混合气和进行点火调节的主要控制参数。现在用霍尔传感器取代感应式脉冲传感器作为曲轴传感器的情况越来越多。

（1）曲轴传感器控制　曲轴传感器是一种感应式脉冲传感器，用于测量发动机转速。它由一个永久磁体和一个带有软铁心的感应线圈构成。飞轮上装有一个齿圈作为脉冲传感器。在感应式传感器与齿圈之间只有一个很小的间隙。经过线圈的磁流情况取决于传感器对面是间隙还是轮齿。轮齿将散乱的磁流集中起来，而间隙则会削弱磁流。飞轮及齿圈转动时，就会通过各个轮齿使磁场产生变化。

（2）曲轴传感器基准识别　磁场变化时在线圈内产生感应电压。每个单位时间内的脉冲数量是衡量飞轮转速的标准。控制单元也可以通过已知的齿圈齿隙确定发动机的当前位置。通常使用 60 齿距的脉冲信号轮，缺少一或两个轮齿的部位定为基准标记。

539. 什么是半导体技术？

半导体是指电导率处于强导电性金属与绝缘体之间的材料。为了有目的地影响或控制半导体的电导率，将杂质加入半导体内，专业术语叫掺杂。掺杂时加入具有特定晶格结构的不同化合价外部原子。

在室温条件下半导体的导电性很低。半导体受到热、光、电压形式的能量或磁能影响时，其电导率就会发生变化。由于半导体对压力、温度和光线很敏感，因此也是理想的传感器材料。

半导体元件主要由硅（Si）和砷化镓（GaAs）等半导体材料制成。

540. 二极管有什么作用？

二极管是一种由两种不同半导体区域（P 层和 N 层），构成的电子元件。使用塑料或金属外壳对半导体晶体进行保护，以免受到机械损伤。两种半导体层与外部进行电气连接，P 层形成阳极，而 N 层形成阴极。

541. 怎样检测二极管？

检测二极管最好的方法是检测二极管的单向导电特性。

用万用表检测二极管的电阻。如果二极管正向的电阻比较小反向电阻比较大，说明二极管是良好的；如果二极管正反向电阻都比较大或比较小，那么可以判断二极管是损坏的。

542. 什么是发光二极管？

发光二极管（LED）和普通二极管一样，发光二极管是 PN 结二极管。当发光二极管正向导通时能够发光。

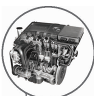
特性：发光二极管比普通的灯泡发热小、寿命长，以低功率消耗发出亮光，只需较低电压即可工作。

LED 必须始终与一个串联电阻连接在一起。以便限制经过发光二极管的电流。

一个 LED 的 N 层掺杂较多时，P 层的掺杂只能较少。这样二极管接入流通方向时，电流几乎只通过电子运载。P 层内出现空穴与电子结合（复合）的情况时，释放出能量。根据具体半导体材料，这种能量以可见光或红外辐射形式释放出来。由于 P 层非常薄，因此可能有光线溢出。

543. 稳压二极管有什么作用？

稳压二极管接入阻隔方向。如果在阻隔方向上超过一个特定的电压 U_Z，电流 I_Z 就会明显提高，二极管即可导电。通过提高掺杂物质可使阻隔层变得很薄，因此电压为 1～200V 时就会击穿。为了在出现击穿电压时电流迅速升高不会造成二极管损坏，必须通过一个相应的电阻限制电流。稳压二极管在车辆电子系统中用于稳压和限制电压峰值。



544. 什么是光敏二极管？

光敏二极管是PN结二极管，由半导体和透镜组成。如果在有光线照射的光敏二极管加上反向电压，则反向电流就会通过。它的电流强度的变化和照在光敏二极管的光线多少成比例。当光敏二极管加上反向电压时，通过它测试的逆向电流的大小就可确定光照量的多少。

545. 什么是整流二极管？

整流二极管是利用PN结的单向导电特性，把交流电变成脉动直流电。整流二极管电流较大，多数采用面接触性料封装的二极管。另外，整流二极管的参数除前面介绍的几个外，还有最大整流电流，是指整流二极管长时间的工作所允许通过的最大电流值。它是整流二极管的主要参数，是选用整流二极管的主要依据。

546. 什么是晶体管？

晶体管是由3个半导体层组成的电子元件，又称三极管。每个半导体层都各有一个电气接头。根据半导体层的分布方式分为PNP晶体管和NPN晶体管。这3个半导体层及其接头称为发射极（E）、基极（B）和集电极（C）。电荷载体从发射极移动到基极（发射出去）并由集电极吸收。因此晶体管有两个PN结，一个位于发射极与基极之间，另一个位于集电极与基极之间。

547. 什么是通路？

电路中，通路也叫回路，是指从电源的一端沿着导线经过负载最终回到电源另一端的闭合电路。

548. 什么是断路？

电路中，断路也叫开路，断开开关，电源构不成回路，此时电路中的电流为零。

549. 什么是短路？

电路中，负载被导线直接短接或负载内部击穿损坏，电荷没有经过负载，直接从正极到达负极，此时流过电路的电流很大。

550. 什么是串联？

两个或多个元件首尾相接在电路中，使电流只有一条通路，这种连接方式叫串联，图4-6所示为电阻R_1、R_2的串联电路。

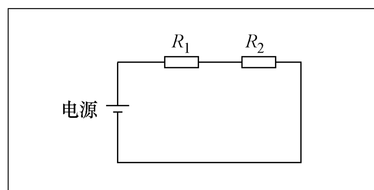


图4-6　串联电路

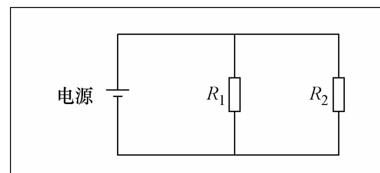


图4-7　并联电路

551. 什么是并联？

若干个元件首与首连接，尾与尾连接，接到一个电源上，这种连接方法叫并联，图4-7所示为电阻R_1、R_2的并联电路。

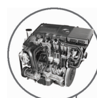
552. 什么是供电电源串联？

正确串联连接各供电电源的电极时，就会将各部分电压相加起来。将各电源彼此同极相对连接时就会消减电压。最大电流由最弱供电电源决定。

如图4-8所示，串联连接供电电源时，各部分电压相加形成总电压。同理，将各内阻抗相加即得到总内阻抗。

553. 什么是供电电源并联？

可将供电电源并联起来，但必须确保所



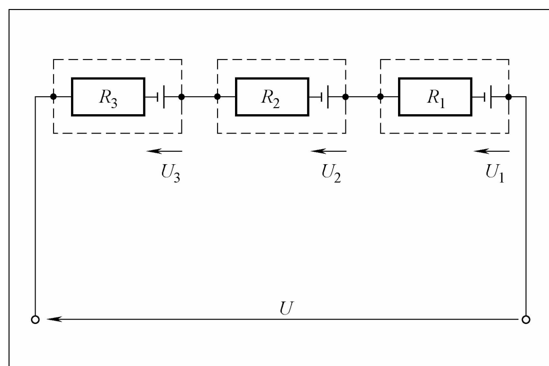


图 4-8 供电电源串联

有供电电源都具有相同的标称电压值和内阻抗。必须将各电源的同极彼此相连，否则可能会对供电电源造成无法修复的损坏或破坏。

如图 4-9 所示，各部分电流相加形成总电流，各内阻抗并联连接在一起。并联连接供电电源可输出相对于单个供电电源来说更强的电流。

必须确保只将具有相同非负荷电压值和相同内阻抗的供电电源并联在一起。如果将不同容量和充电状态的蓄电池并联在一起（辅助起动），只能在短时间内保持这种连接状态，以免蓄电池过热。

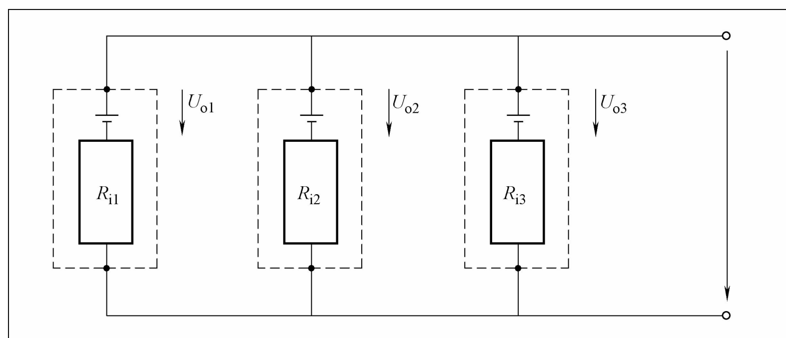


图 4-9 供电电源并联

554. 什么是逻辑电路？

在汽车电气/电子系统中需触发和执行大量的开关操作。带有大电流开关触点的继电器用于切换大功率负载。但是，如果机械触点仅流过很小的电流，那么很快灰尘颗粒就会造成接触问题，造成开关故障。



图 4-10 逻辑电路

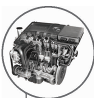
因此，如今控制信号的逻辑操作使用电子电路。它们在保证高工作可靠性的同时降低了功耗、减小了体积和重量。与这些电路相关的输出信号不仅取决于输入信号的数值，而且也取决于逻辑功能，因此它们被称作逻辑电路，见图 4-10。

555. 什么是集成电路？

集成电路简称 IC（Integrated Circuit），是通过特殊的半导体工艺方法，把晶体管、电阻及电容等电路元器件和它们之间的连线，全部集成在同一块半导体基片上，最后再进行封装，做成一个完整的电路。

集成电路按照其功能的不同，可以分为数字集成电路和模拟集成电路。按照模拟集成电路的类型来分，则又有集成运算放大器、集成功率放大器、集成高频放大器、集成中频放大器、集成比较器、集成乘法器、集成稳压器、集成数/模和模/数转换器以及集成锁相环等。

在汽车车微电子系统中使用了集成电



路，电子控制单元就是典型的集成电路。电子控制单元是主要安装在必须进行控制和调节处的电子模块。在车辆上控制单元用于所有可能的电子区域，也用于控制机器、设备和其他技术流程，例如发动机控制单元。

在最初引入发动机电子管理系统时，控制单元主要用于点火系统。自20世纪80年代以来，还用于以电子方式控制柴油发动机。现在的控制单元通过各种系统总线（CAN，byteflight）相互连接。控制单元通过总线交换有关车辆运行状态的信息和其他相关数据。

556. 怎样检测集成电路？

集成电路出现故障一般是局部损坏，如击穿、开路、短路等。电源集成电路和功放芯片易损坏，存储器易出现软件故障，其他芯片有时会出现虚焊等。

对于集成电路是否损坏，可通过从各个方面测试集成电路的工作状态，并与正常工作状态作比较的方法来判断。即测量集成电路各引脚的对搭铁电压值和电阻值，其中测量电压值必须在电路处于工作状态下进行，测量电阻值则应在断电静态状态下进行，具体判断方法如下：

1）检查集成电路各管脚对搭铁的直流电压。

2）检查集成电路各脚对搭铁电阻值。

3）用示波器检查集成电路的输入输出波形。

557. 怎样维修双列直插式集成电路？

（1）用热风枪拆卸　对于脚位数目较多且脚位间距较大的IC，用烙铁拆卸不方便，一般使用热风枪进行拆卸。将热风枪的风力调到3档，温度也调到3档，风嘴沿IC两边焊脚上移动加热，当焊锡熔化时，可用镊子取下。

（2）用电烙铁拆卸　用电烙铁把焊锡熔化加到IC两边的焊脚并短路（即左边短接在一起，右边短接在一起，电烙铁温度可调到最高），焊锡尽量多些，盖住每个焊脚，然后两边同时轮流加热，即加热一下左边又加热一下右边，等焊锡全部熔化时，用镊子移开IC。用电烙铁把主板上多余的焊锡除掉并清理焊盘，把IC焊脚上多余的焊锡也清除掉，保证IC焊脚平整。

558. 怎样维修四方扁平芯片？

（1）拆卸方法

1）开启热风枪并调节热风枪的气流与温度，一般温度调节在300～400℃之间，而气流方面根据喷嘴来定，如果是单喷嘴，气流档位设置在1～3档，其他喷嘴，气流可设置在4～6档，使用单喷嘴，温度档不可设置太高。

2）记下待拆卸IC的位置和方向，并在IC引脚上涂上适当的助焊剂。

3）手持热风枪手柄，使喷嘴对准IC各脚焊点来回移动加热，喷嘴不可触及集成电路块引脚，一般距离IC引脚上方6mm左右。

4）等IC脚焊锡点熔化时，用镊子移开IC。

5）清除取下集成电路后的余锡及焊剂杂质。可以用无水酒精或天那水清除焊剂杂质，用电烙铁把电路板上的焊盘整理平整。

（2）焊接操作

1）将拆卸下来的IC用无水酒精或天那水进行清洗，用烙铁将脚位焊平整，并放在带灯放大镜下检查脚位有无离位，有无短路，如有则重新进行处理，如是新买回的IC则不需此步处理。

2）将整理好的IC按原标志放回电路板上，检查所有引脚是否与相应的焊点对准，如有偏差，可适当移动芯片或整理有关的引脚。

3）把助焊剂涂在IC各脚上，用烙铁把IC芯片四个角位焊接定位。

4）用热风枪在集成模块各边引脚处来回移动逐一吹焊牢固，吹焊时要控制好风



速，防止把模块吹移位，如发现模块位置稍有偏差，可待四周焊锡完全溶解后，用镊子将其轻推一下，即可复位，然后用镊子在IC上面轻轻向下压一下，使其与电路板接触良好。

5）清洗助焊剂，检查电路板上有无锡珠、锡丝引起的短路现象，待IC冷却后方可通电试机。当然焊接的时候，也可以不用热风枪而用电烙铁焊接。具体方法是，先用烙铁把IC芯片四个角位焊接定位，然后电烙铁加足焊锡和焊剂，温度调到450℃，烙铁头接触IC脚并顺着往同一个方向快速拖动，用拖焊的方法，把IC焊牢。

559. 什么是集成运算放大器？

把电子系统的输出量（电压或电流）的一部分或全部，经过一定的电路送回到它的输入端，称为反馈。如果引入的反馈使放大电路的放大倍数降低，就称为负反馈；如果引入的反馈使放大电路的放大倍数增大，就称为正反馈。集成运算放大器的符号如图4-11所示。

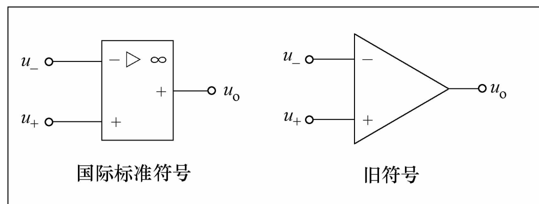


图4-11　集成运算放大器符号

560. 什么是反相放大器？

反相放大器电路如图4-12所示。输入信号 u_I 经电阻 R_1 加到反相输入端，同相输入端经 R_2 搭铁，电阻 R_f 跨接在反相输入端和输出端之间，形成一个负反馈放大器。

反相放大器的放大倍数：$A_f = -R_f/R_1$

式中，A_f 为负值，表明集成运放输出电压与输入电压反相，所以叫反相放大器。而且，A_f 仅取决于 R_f/R_1 的比值，而与集成运放本身无关。电阻 R_2 叫平衡电阻，其作用是保证放大器稳定工作。

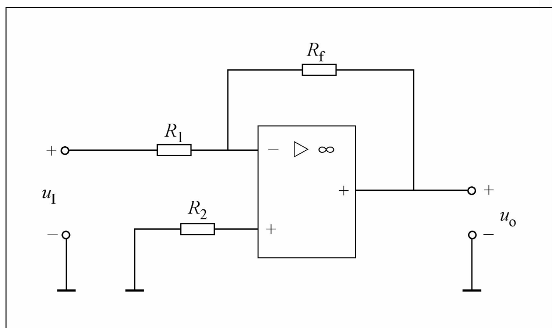


图4-12　反向放大器

561. 什么是同相放大器？

同相放大器电路如图4-13所示。输入信号 u_I 经电阻 R_2 加到同相输入端，反相输入端经 R_1 搭铁，负反馈由电阻 R_f 接到反相输入端而形成。

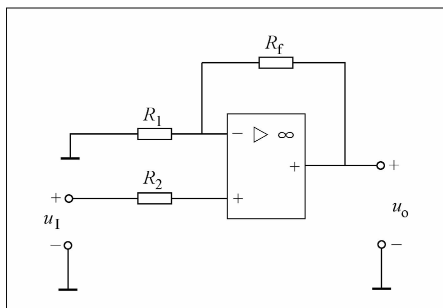


图4-13　同向放大器

放大倍数：$A_f = 1 + R_f/R_1$

A_f 大于零，表明输出电压 u_0 与输入电压 u_I 同相。如果将 $R_1 = \infty$（开路）或 $R_f = 0$，则 $A_f = 1$。构成的电路称为电压跟随器，如图4-14所示。电压跟随器一般作为信号与

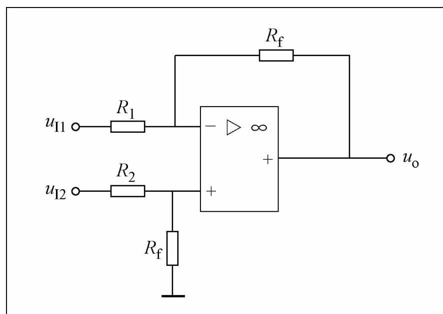
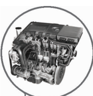


图4-14　电压跟随器



其负载之间的缓冲隔离。

562. 电桥信号放大电路在汽车上是如何应用的?

如果需要对温度、压力或形变等进行检测，可采用如图4-15所示的电桥信号放大电路。图中电桥的一个臂是由传感器构成的。

当传感器的阻值没有变化时，即 $\Delta R=0$ 时，电桥平衡，电路输出电压 $u_0=0$；当传感器因温度、压力或其他变化而使传感元件的电阻值发生变化时（用 ΔR 表示），电桥就失去平衡，变化量变成了电信号而产生输出电压 u_0，输出电压 u_0 一般很小，需要经过放大器进行放大。

汽车电喷发动机中，用来测量进气量的进气压力传感器就是由压敏电阻和集成运放制成的。这种传感器被广泛使用，例如，捷达轿车采用了该传感器。压敏电阻式进气压力传感器工作原理示意图如图4-16所示。

进气压力传感器有一个通气口与进气管相通，进气压力通过该口加到压力转换元件上。压力转换元件是由四个压敏电阻构成的硅膜片。硅膜片受压力变形后，电桥输出信号，压力越大，输出信号越强。该信号经集成运放放大后传送给ECU，该进气压力传感器与进气温度传感器制成一体。

563. 简单电压比较器在汽车上是如何应用的?

例如，如图4-17所示为氧传感器与ECU连线原理图。

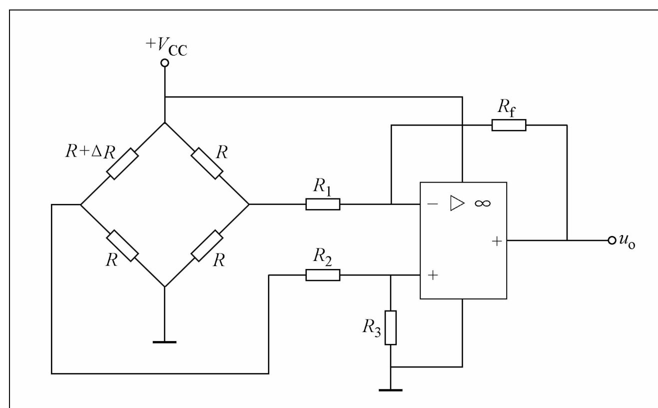


图4-15 电桥信号放大电路

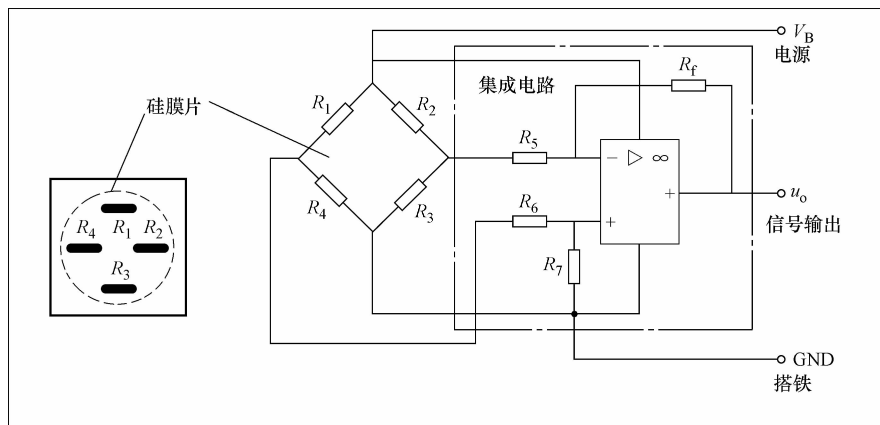


图4-16 压敏电阻式进气压力传感器示意图

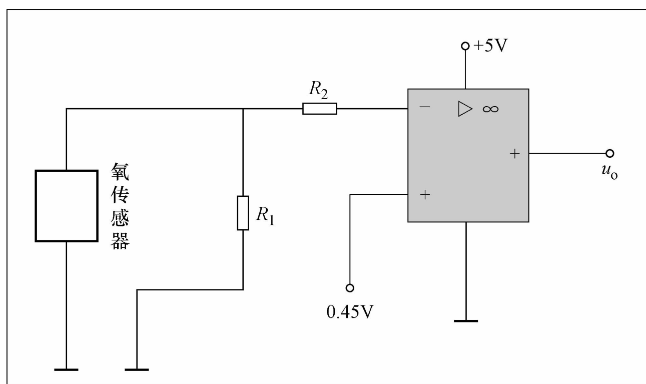


图 4-17 氧传感器与 ECU 连线原理图

564. 滞回比较器在汽车上是如何应用的？

例如，在汽车 ABS（制动防抱死系统）中，车轮的速度是靠轮速传感器来传递给 ECU 的。霍尔轮速传感器就是轮速传感器的一种，主要由与车轮或传动系统连接在一起的触发齿圈、霍尔元件、永久磁铁和电子电路等组成。

当触发齿圈随着车轮旋转时，霍尔元件上的磁场会发生周期性变化，霍尔元件就会产生毫伏级的正弦波电压，将霍尔元件产生的微弱的正弦波信号放大整形为 11.5～12V 的标准脉冲信号，就是通过由集成运放构成的电子电路来实现的。电路原理如图 4-18 所示。

电路分 4 个部分：由霍尔元件构成的信号产生部分；由 A_1、R_1、R_{f1} 组成的放大部分；由 A_2、R_2、R_3、R_{f2} 组成的滞回比较器和晶体管 VT 构成的输出级。稳压电路保证霍尔元件和比较器基准电压的稳定不变。霍尔元件感受触发齿轮转动带来的磁场变化而产生微弱的正弦波信号（图 4-19），该信号经 A_1 放大器放大后，送到比较器 A_2，电阻 R_2、R_3 向比较器 A_2 提供了基准电压，A_2 输出经过滞回整形的脉冲信号。u_{A2} 控制输出开关晶体管，向外传输幅值达 11.5～12V 的脉冲信号。二极管 VD 的作用是电源反接时，起保护作用。电容 C_1、C_2 是稳压电路的滤波电容。

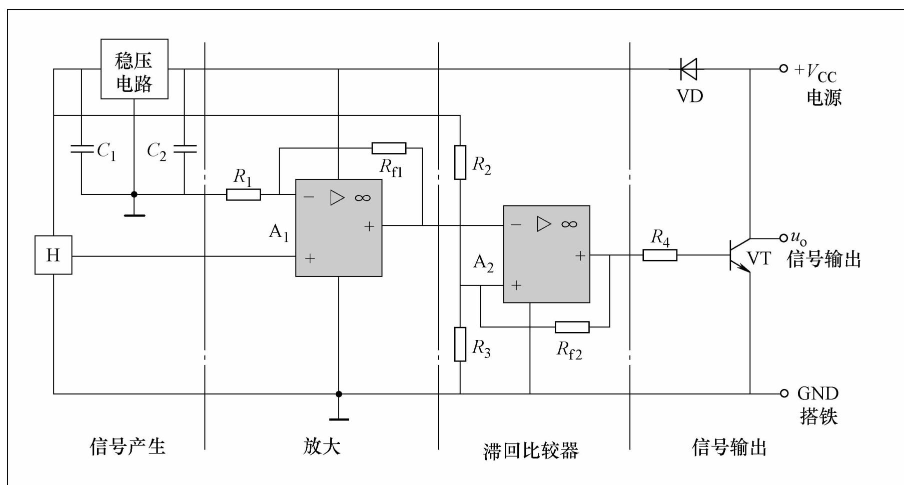
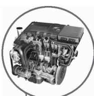


图 4-18 霍尔传感器电路原理示意图



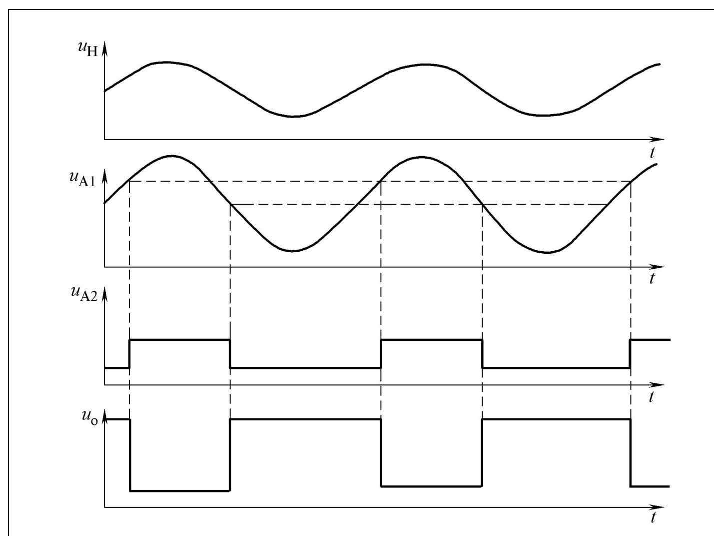


图 4-19　霍尔传感器电路各级波形示意图

565. 窗口比较器在汽车上是如何应用的？

在汽车充电系统电路中，当电压过低或过高时，报警器发出警报，这就是汽车充电系统电压监视器电路。电路如图 4-20 所示。

当充电系统电压大于 14.5V 时，A_1 反相端检测到的电压和同相端检测到的电压都大于基准电压，比较器 A_1 输出电压为零，晶体管 VT_1 不能导通，LED1（黄色）不亮；比较器 A_2 输出电压为电源电压，驱动晶体管 VT_2 导通，发光二极管 LED0（红色）发光，指示电压过低。

当充电系统电压小于 12V 时，A_1 反相端检测到的电压和 A_2 同相端检测到的电压都小于基准电压，比较器 A_2 输出电压为零，

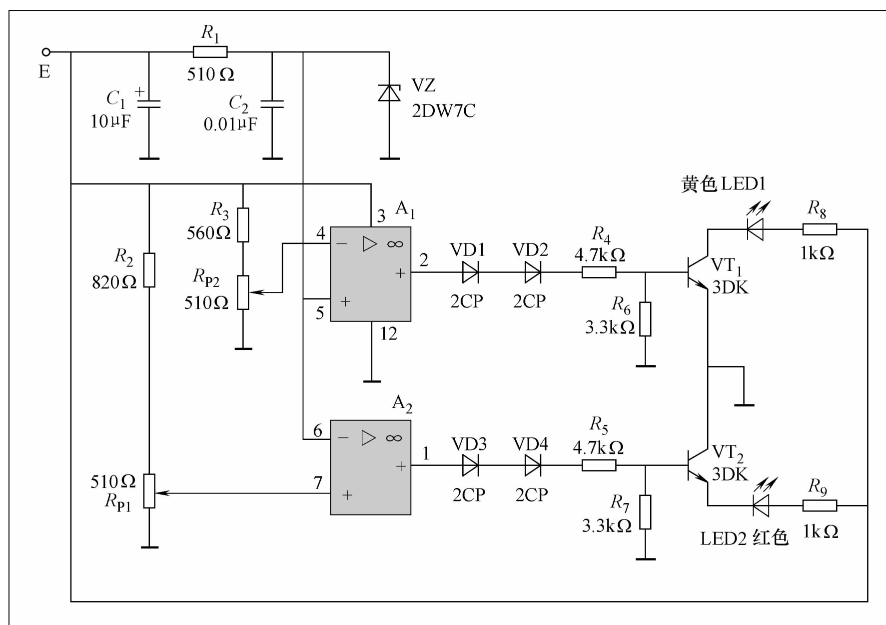


图 4-20　汽车充电系统电压监视器电路图



晶体管 VT_2 不能导通，LED2（红色）不亮；比较器 A_1 输出电压为电源电压，驱动晶体管 VT_1 导通，发光二极管 LED1（黄色）发光，指示电压过低。

当电压介于 12～14.5V 之间时，A_1 反相端检测到的电压大于基准电压，比较器 A_1 输出电压为零，晶体管 VT_1 不能导通。A_2 同相端检测到的电压小于基准电压，比较器 A_2 输出电压为零，晶体管 VT_2 不能导通。LED1（黄色）和 LED2（红色）都不亮，指示电压正常。

566. 继电器的基本原理是什么？

继电器具有控制系统（输入回路）和被控制系统（输出回路），通常应用于自动控制电路中。

继电器是一种当输入量（电、磁、声、光、热）达到一定值时，输出量将发生跳跃式变化的电子自动控制器件。

继电器实际上是用较小的电流去控制较大电流的一种“自动开关”，所以在电路中起着自动调节、安全保护、转换电路等作用。

567. 继电器的作用是什么？

（1）扩大控制范围　例如，多触点继电器控制信号达到某一定值时，可以按触点组的不同形式，同时换接、开断、接通多路电路。

（2）放大作用　例如，灵敏型继电器、中间继电器等，用一个很微小的控制量，可以控制很大功率的电路。

（3）综合信号控制　例如，当多个控制信号按照规定的形式输入多绕组继电器时，经过比较综合，达到预定的控制效果。

（4）自动、遥控、监测　例如，自动装置上的继电器与其他电器一起，可以组成程序控制线路，从而实现自动化运行。

568. 汽车继电器的类型有哪些？

按照不同的分类方法，继电器有很多类型，汽车上最常用的是电磁继电器。

（1）按工作原理　按照工作原理分类有电磁继电器、热继电器、固态继电器、电子混合式继电器等等，但目前汽车行业使用得最多的还是电磁继电器，以及部分电子混合式继电器。

电磁式继电器是使用最早、应用最广泛的一种继电器。电磁式继电器一般由铁心、线圈、衔铁、触点、簧片、引线等组成。

（2）按负载大小　按照负载大小可分为微功率继电器、弱功率继电器、中功率继电器、大功率继电器等。

（3）按外形尺寸　按照外形尺寸可分为超微型继电器、微型继电器、小型继电器等。

（4）按防护形式　按照防护形式可分为密封继电器、封闭继电器、开放式继电器等。

569. 什么是电子混合式继电器？

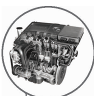
混合式继电器将传统的开关继电器与微电子技术、计算机技术、信息技术相结合，在继电器内嵌入放大、延时、遥控以及组合逻辑电路，使继电器产品具有故障诊断、报警和模糊控制等不同功能。如风扇控制器，加入了控制电路，能根据温度的高低调节风扇的工作模式。

如将普通继电器与控制电路结合在一起便组成了刮水器控制器，根据雨量的大小控制刮水器的工作模式，从而更好地控制汽车刮水器的工作。

570. 前照灯继电器是怎样工作的？

前照灯的工作电流较大，如果用车灯开关直接控制前照灯，车灯开关易烧坏，因此在前照灯电路中设有灯光继电器。

（1）工作原理　前照灯继电器如图 4-21 所示。SW 端子与前照灯开关相连，E 端子搭铁，B 端子与电源相连，L 端子与变光



开关相连。当接通前照灯开关时，继电器线圈通电，电磁铁产生磁力，使衔铁带动动触点与静触点接通；当切断线圈电流时，由于电磁力消失，衔铁就在弹簧的作用下迅速回位，使动触点与静触点断开。利用触点的开、闭，从而实现对灯光电路的控制。

如图 4-22 所示，前照灯继电器按照控制方式分为两种，一种是继电器控制正极的方式，另一种是继电器控制搭铁的方式。

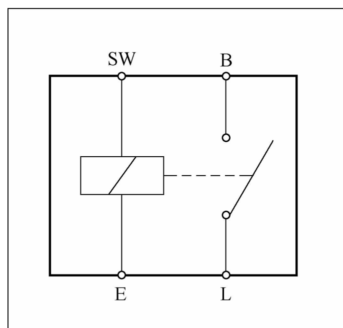


图 4-21　前照灯继电器

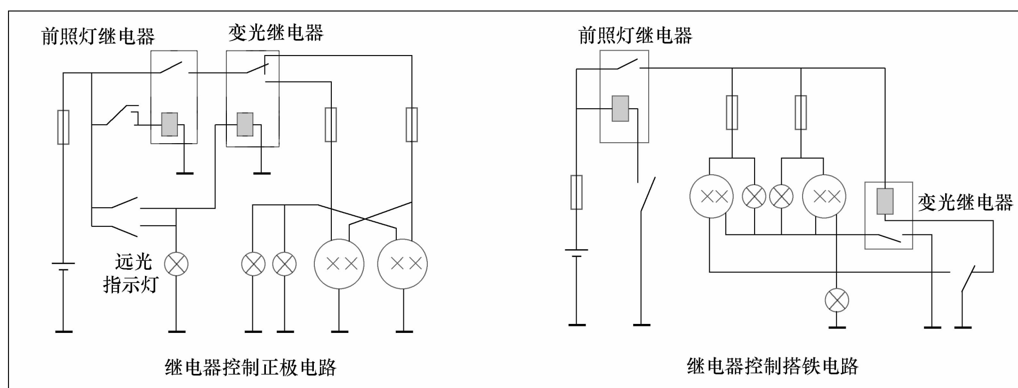


图 4-22　前照灯继电器

（2）实例　如图 4-23 所示，本田飞度轿车的照明电路是控制搭铁式的。

1）转动照明开关到小灯位置时，小灯、尾灯、仪表照明灯及后牌照灯亮，前照灯不亮。

2）转到前照灯位置时，前照灯继电器线圈通电，前照灯亮，同时尾灯、仪表照明灯及后牌照灯仍亮，这时，拨动变光开关，可以变换远光或近光。

3）当照明开关处于 OFF 档时，所有照明灯不亮，这时，如果向上推照明开关柄，会车开关闭合，前照灯继电器线圈和远光灯丝的电流都通过会车开关搭铁，远光灯亮，以提醒其他车辆注意安全。

571. 万用表的作用是什么？

万用表可以用来测量电路中的电流、电压、电阻，以及测试电路的通断及测试二极管等。选择测量量程，可通过功能选择开关完成测量。

572. 用万用表怎样测量交流电压？

（1）目的　用于测量家庭用或工厂供电线路的电压、交流电路电压以及电力变压器端头的电压。

（2）测量方法　将功能选择开关设置到交流电压档，并连接测试探头。测试探头的极性是可以互相交换的。

573. 用万用表怎样测量直流电压？

（1）目的　测量各种类型的电池、电气设备及晶体管电路或其他电路的电压及电压降。

（2）测量方法　将功能选择开关设置到直流电压测量档位置。将黑色负极测量探头连搭铁电位，红色正极测量探头放到待测试的部位，并读数。

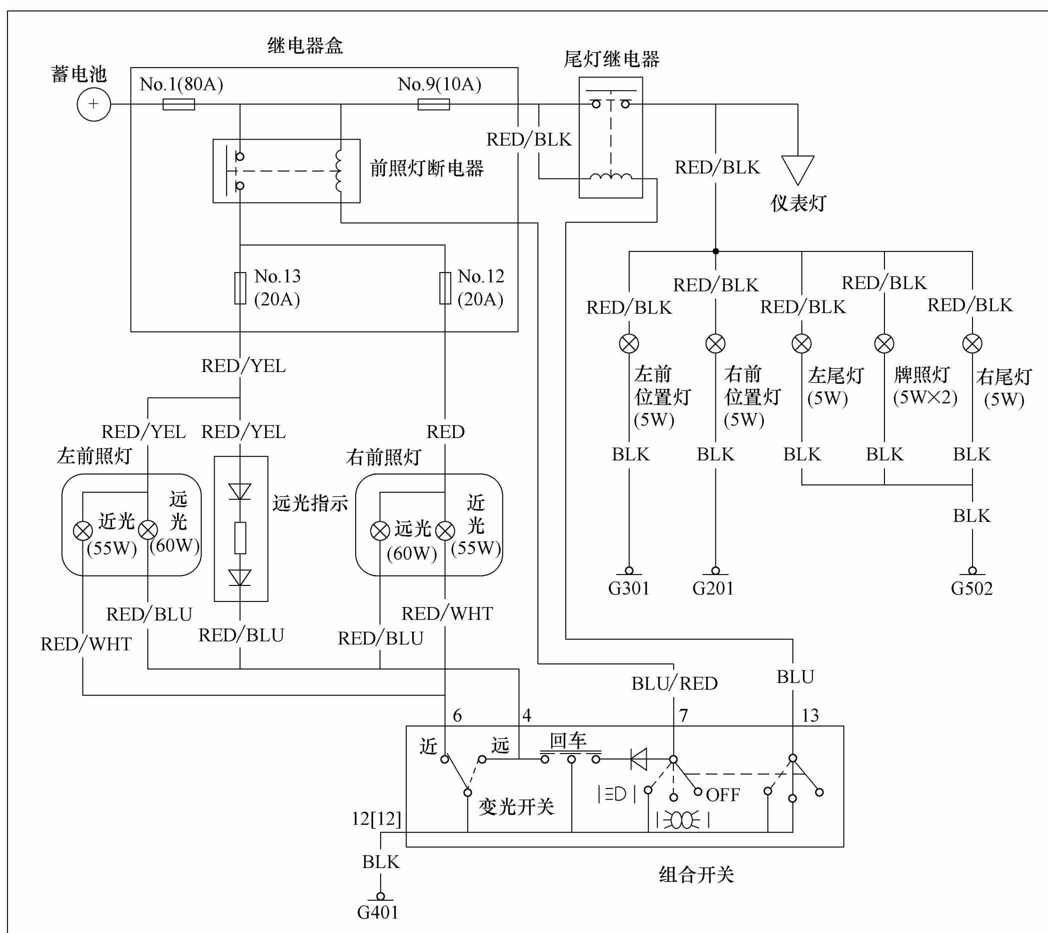


图 4-23　本田汽车的照明电路

574. 用万用表怎样测量电阻？

（1）目的　测量电阻器电阻及电路的通断、短路、开路。

（2）测量方法　设定电阻或连续性的功能选择开关。然后，将测试笔放到待测电阻或线圈两端测量其电阻。此时应保证电阻不带电。二极管不能在此档测量，因为所使用的内部电压太低。

575. 用万用表怎样检测通断？

（1）目的　检查电路的通断。

（2）测量方法　将功能选择开关旋到通断测试档。将测试笔接到测试电路。如果电路接通，蜂鸣器会响。通断检查在实际汽车维修中也是应用频率很高的。

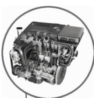
576. 用万用表怎样测试二极管？

将功能选择开关旋到二极管测试方式档位。检测两个方向的通路状态。若在一个方向二极管是通的，在交换测试笔之后断开，则说明二极管良好。若二极管两个方向都通路，则二极管被击穿。若两个方向均不通导，说明它已开路。

577. 用万用表怎样测试直流电流？

（1）目的　测量使用直流电的设备或器件的电流量。

（2）测量方法　将功能选择开关旋到电流测量档位。选择量程的正确插孔，插入正



极测试引线。为测量电路中的电流，电流表应串联接进电路中。因此，要断开电路中的某点以接入测试笔引线。将正极测试笔连接高电位一侧，负极测试笔连接低电位一侧，并读数。

578. 怎样衡量蓄电池的工作能力？

蓄电池的工作能力用“容量”来衡量，它是在规定的端电压范围内，蓄电池对负载供给一定电流所能持续的时间（t），即衡量蓄电池电能做功的能力 $A=UIt$（W·s）。在实际运用中，蓄电池的容量指标 Q 常用安培小时（A·h）来表示：

$$Q=It$$

式中 I——放电电流（A）；

t——放电时间（h）。

由于电流单位安培（A）= 库伦/秒，所以容量的单位安培·小时（A·h）= 库伦/秒×3600 秒 =3600 库伦（3.6kC）。

库伦是电荷量单位，1 库伦 = 6.24×10^{18}（624 亿亿）个电子所带的电量，所以容量与电池的物质量（正负极板数、总面积、电解液密度）有关。对于标准正、负极板组而言，每片正极板的额定容量为 15A·h，每个单格电池中负极板数总是比正极板数多 1 片，因此可以算出一定容量的单格电池中正负极板的准确片数，如 3-QA-60Ah 蓄电池，其额定容量为 60Ah，正极板数 =60（A·h）/15（A·h）=4；负极板数 =4+1 =5。如果蓄电池的额定容量不是 15A·h 的整数倍数，则极板的尺寸、厚度及材料就会有所区别。

579. 什么是蓄电池的额定容量？

额定容量是检定蓄电池质量的重要指标，新蓄电池必须达到该指标，否则被视为不合格产品。

根据 GB/T 5008—2013 规定，额定容量是，将充足电的新蓄电池在电解液温度为 (25±5)℃ 条件下以 20h 率的放电电流（相当于额定容量的 5%）连续放电至单格电池平均电压降到 1.75V 时输出的电量。

检测时，要注意随时调整镍铬合金电阻率的阻值大小。因为放电时间长了，蓄电池的端电压就会缓慢下降，需随时调整负荷阻值才能维持放电电流不变；放电过程中镍铬合金线的滑动变阻器温升会有所上升，但在 4.5A 电流作用下，阻值上升不明显。

580. 什么是蓄电池的储备容量？

储备容量表达了在汽车充电系统失效时，蓄电池作为唯一电源能为照明和点火系统等用电设备提供 25A 恒流的能力。

根据 GB/T 5008.1—2013 规定：充足电的蓄电池在电解液为（25±2）℃ 条件下以 25A 恒流放电至单格电池平均电压降到 1.75V 时的放电时间称为蓄电池的储备容量，单位为分钟（min）。

国家标准规定 12V45Ah 蓄电池在电解液温为 25℃ 的室温条件下以 25A 恒流放电，蓄电池端电压维持在 10.50V（单格电压 1.75V）以上的时间不得少于 67min。

581. 什么是蓄电池的起动容量？

（1）参数　国家标准曾规定：当电解液温度为 −18℃ 时，以 3 倍或 4 倍额定容量数值的电流放电 2.5min（150s）单格电压降至 1V 所提供的电量为蓄电池的起动容量。如 6-QAW-45Ah 免维护干荷蓄电池的起动放电电流应为 3×45 =135A，放电 2.5min（150s），蓄电池端电压降到 6V 时的电量，如果能维持 6V 至 2.5min，则其起动容量为 $Q=It=135A\times0.042h=5.6Ah$。这说明铅酸蓄电池放电电流特别大时，电化学反应极其剧烈，产生的 $PbSO_4$ 晶粒也很粗大，容易将极板海绵状组织的缝隙堵塞，电化学反应难以深入到极板内层，容器中的硫酸分子也难以渗透到极板孔隙中去，所以起动容量很小。

（2）低温起动能力　低温起动能力是衡量汽车蓄电池能力的最主要指标，它直接关系到汽车的操纵性能。在汽车维修的竣工质



量标准中 GB/T 15746—2011 规定“当环境温度不低于-5℃时，应起动顺利，允许连续起动不多于 3 次，每次起动不多于 5s”。“若起动超过 3 次或多于 5s 均为不合格”。在起动机和控制电路以及内燃机正常的前提下，蓄电池能否提供强大电流、保持蓄电池端电压在规定值以上并持续相当时间，是评价蓄电池起动能力的重要指标。

（3）免维护干荷蓄电池　免维护干荷蓄电池是新产品，若其额定容量为 60Ah，首次注以规定密度的电解液后，不经初充电起动放电电流为 300A，放电终止电压为 6.0V 时的连续放电时间应不小于 1.4min。

（4）普通蓄电池　普通蓄电池，当液温为 -18℃以下，起动放电电流为 348A，连续放电 30s，其端电压应不低于 7.2V。该项试验允许进行 3 次，有 1 次达到即为合格。

582. 怎样测试蓄电池？

连接蓄电池检测仪，测试蓄电池负载容量。

1）检查损坏。如果外壳破裂或端子松动，应更换蓄电池。

2）检查指示灯（指示灯颜色取决于蓄电池制造商）。如果指示灯显示蓄电池需要充电，转至步骤 3）。

3）连接蓄电池检测仪，测试蓄电池负载容量，并施加蓄电池安培·小时率 3 倍的负载。负载施加正好 15s 时，蓄电池电压读数应始终高于 9.6V。

① 如果读数始终高于 9.6V，则蓄电池正常；清理端子和壳体，并将其重新安装。

② 如果读数在 6.5～9.6V 之间，连接蓄电池充电器，并以初始电流 40A 将蓄电池充电 3 分钟。

③ 在整个 3min 内观察蓄电池电压，最高读数应始终低于 15.5V。

如果读数始终低于 15.5V，则蓄电池正常；清理端子和外壳，并将其重新安装。

如果在快速充电的 3min 内，读数高于 15.5V，则蓄电池已损坏，应将其更换。

④ 如果读数降至低于 6.5V，连接蓄电池并慢速充电，并以 5A 的电流充电不超过 24h（或直到指示灯显示满充，或电解液比重至少为 1.270）。然后再次测试负载容量。

如果电压始终高于 9.6V，则蓄电池正常；清理端子和壳体，并将其重新安装。

如果电压仍然降至低于 6.5V，则说明蓄电池已损坏；将其更换。

583. 蓄电池怎样充电？

免维护式蓄电池的充电状态是根据蓄电池端子之间的电压读数来判断的。

（1）蓄电池充电状态

1）当蓄电池闲置 24h 后，测试其电压才能准确地确定蓄电池充电状态。这样有足够的时间使每个电池中的酸达到平衡。如果蓄电池在过去的 24h 内进行了充电或放电，蓄电池充电状态仅是估计的。

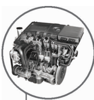
2）免维护式蓄电池的充电状态是根据蓄电池端子之间的电压读数来判断的。因为蓄电池的电流流入或流出影响其电压，所以在检查电压时，发动机必须停止并且关闭所有的电气负载，包括寄生负载。蓄电池刚刚进行过充电或者放电都会对电压有影响，所以考虑测试前一段时间内对蓄电池进行了什么操作是很重要的。

（2）充电程序　连接或断开蓄电池电缆、蓄电池充电器或跨接电缆时，务必将点火开关置于 OFF 位置。否则可能损坏发动机控制模块/动力系统控制模块或其他电子元件。

在蓄电池电缆连接时给侧面端子蓄电池充电，将充电器连接至正极电缆螺栓及远离蓄电池的搭铁处。在蓄电池电缆断开时给侧面端子蓄电池充电，安装蓄电池侧面端子适配器并连接充电器至适配器上。

1）关闭充电器。

2）确保所有蓄电池端子连接清洁且



紧固。

3）将充电器正极引线连接至蓄电池正极端子，位于蓄电池上或者发动机舱盖下分置式跨接器双头螺柱。

4）将充电器负极引线连接至发动机舱牢固的发动机搭铁或搭铁双头螺柱上，发动机搭铁或者搭铁双头螺柱直接连接至蓄电池负极端子，但是远离蓄电池。如果蓄电池负极电缆断开并且使用了端子适配器，直接连接至适配器上。

5）接通充电器并且设置为正常充电的最高设置。

6）启用蓄电池充电器后，每半小时检查一次蓄电池。

① 对蓄电池进行充电，直到恒压变流式充电器显示蓄电池充满。

② 触摸蓄电池侧面，估计蓄电池的温度。如果触摸时感觉太热或者其温度超过45℃，则中断充电并在蓄电池冷却后继续充电。

7）充电后，对蓄电池进行测试。

584. 怎样进行蓄电池充电系统测试？

在发动机起动的情况下，观察仪表板组合仪表充电指示灯或驾驶人信息中心信息。在仪表板组合仪表上充电指示灯应该熄灭，而驾驶人信息中心不应显示充电系统信息。

（1）电路/系统检验

1）如果仪表板组合仪表上的充电指示灯不点亮，充电系统信息不显示在驾驶人信息中心，则要检测间歇性故障和接触不良故障。

2）如果充电指示灯在仪表板组合仪表上或在驾驶人信息中心显示充电系统信息，则执行以下“电路/系统测试”。

（2）电路/系统测试

1）点火开关置于ON位置，没有设置引起充电系统故障的发电机或蓄电池电流传感器故障码。

如果设置了故障码要执行故障码诊断。

2）点火开关置于OFF位置，测量蓄电池端子电压。室温条件下，电压读数应该为12V或以上。

如果不在规定范围内则需要对蓄电池进行检查和测试。

3）将层叠炭板测试仪连接至蓄电池。

4）起动发动机并将发动机转速提高到2500r/min。观察测试仪上的电压读数。电压读数应在12.6～15.0V之间。

如果不在规定的范围内，则更换发电机。

5）调整层叠炭板测试仪至规定负载测试输出值。

如果不在规定值内，更换发电机。

585. 怎样诊断和排除蓄电池故障？

有些车辆的附属装置会作为一个寄生负载，持续微量地耗用蓄电池的电量。长期不使用的蓄电池会放电。

（1）蓄电池故障原因　如果蓄电池测试正常，但不能正常工作，以下是一些常见的原因：

1）车辆附件停车后未关闭。

2）行车速度较慢且频繁停车，时停时走，同时还使用了很多电气附件，特别是空调系统、前照灯、刮水器、加热型后窗、车载电话等。

3）电气负载超出发电机输出功率，特别是车辆上增加了售后加装设备。

4）充电系统存在故障，包括传动带打滑和发电机损坏的可能性。

5）蓄电池未正常维护，包括蓄电池压紧装置松动或蓄电池绝缘体（如果使用）缺失。

6）电气系统中出现了机械故障，如导线短路或卡住，导致断电。

（2）电解液冻结　电解液的冻结点取决于其密度。完全充电的蓄电池直到周围的温度降至－54℃才会冻结。然而，充电不足的蓄



电池在 -7℃可能会冻结。冻结会损坏蓄电池，应使蓄电池保持 80% 以上的适当充电状态以防止冻结，蓄电池凝固点为低于 -32℃。

（3）车辆存放期间的蓄电池保护 有些车辆的附属装置会作为一个寄生负载，持续微量地耗用蓄电池的电量。长期不使用的蓄电池会放电。这样会导致蓄电池永久性损坏。放电的蓄电池在寒冷天气也将会冻结。

在车辆储存 30 天以上时，为了保持蓄电池的充电状态，需断开蓄电池搭铁电缆，以防止因寄生放电电流而导致蓄电池放电。

当不能断开蓄电池时，应保持蓄电池高充电状态。并制定规范的时间表，每 20～45 天给蓄电池充一次电。长期处于放电状态的蓄电池，难以重新充电，甚至可能永久性损坏。

586. 蓄电池维护和使用应注意什么？

保证蓄电池紧固牢靠；保持蓄电池表面清洁；保证蓄电池电解液液面的高度正常。

（1）保证蓄电池紧固牢靠 蓄电池应该在车上安放牢靠，以防在行驶中因振动而使蓄电池连线脱落，导致供电中断。

（2）要保持蓄电池表面清洁 应经常清理蓄电池盖上的灰尘、污垢等，以免其加注孔盖或螺塞上的通气孔被堵塞。如果发现极柱上出现固体氧化物时，应及时用热水浇冲，予以清除，以免影响极柱与接线柱之间的导通性。清理干净后，将蓄电池表面擦拭干净，在极柱及接线柱上抹上黄油，保证极柱不被氧化。

（3）检查蓄电池电解液液面的高度 蓄电池在充放电过程中，电解液中的水会因为电解和蒸发而逐渐减少，导致电解液液面下降。如果不及时补充的话，将缩短蓄电池的使用寿命。车主一旦发现液面过低，应及时补充蒸馏水。

（4）及时给蓄电池充电 蓄电池放完电后或停止使用前应及时充电，以免造成极板硬化，缩短蓄电池使用寿命。



第二节 故障诊断与维修操作

587. 为什么使用能量管理系统？

能量管理系统负责监督和控制车辆停止和行驶期间的能量平衡。

车辆的车载网络主要由一个能量存储器（蓄电池）、一个能量发生器（发电机）以及数量众多的能量消耗者（电气/电子设备）组成。由蓄电池（能量存储器）提供电能，通过起动机（用电器）起动车辆发动机。

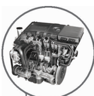
车载网络负责为保证车辆及其功能的可用性提供电能。保证车辆的起动能力是其中最为优先的目标。能量管理的任务是在车辆所有运行状态下保证能量的使用始终保持最优化状态。

每个能量管理系统的主要组成部分都是发动机控制单元中的电源管理系统软件（DME/DDE）。该电源管理系统控制车内的能量流。

发动机起动后发电机（能量发生器）提供电流，在理想状态下该电流能够满足所有用电器的需求且有多余的电能为蓄电池充电。所连接用电器的耗电量大于发电机可以提供的电量时，车载网络电压就会下降至蓄电池的电压水平，这时蓄电池开始放电。

588. 能量管理中蓄电池导线有什么特点？

如果蓄电池导线从行李箱经过车辆地板外侧与燃油管路平行铺设到发动机室内时，出于安全考虑需监控该导线。因发生事故或撞到障碍物（例如护栏）造成蓄电池导线损坏时，就会从蓄电池上断开蓄电池导线并关闭发电机，以避免造成短路以及



形成火花。

蓄电池正极接线柱上连接了两根导线，这些导线负责为电气组件供电。其中一根蓄电池导线通过蓄电池正极接线柱通向起动机和发电机。例如宝马车型，根据 BMW 车型的不同，这根蓄电池导线可配备监控装置。另一根蓄电池导线通向一个或多个其余车载网络的配电盒。这根蓄电池导线没有监控装置。

589. 为什么要使用安全型蓄电池接线柱（SBK）？

（1）安全型蓄电池接线柱（SBK）组件　SBK由一个传统的可拧紧式接线柱组成，带有内装燃爆材料的空心圆柱体。有一个锁杆用于防止蓄电池导线重新滑回触点位置。

（2）安全型蓄电池接线柱（SBK）作用　为了保护起动机电路，采用了安全型蓄电池接线柱作为保护措施，该装置可在发生事故时消除短路危险。这种安全型蓄电池接线柱直接与蓄电池正极连接。

使用 SBK 的目的是将发生事故时发生短路的危险降至最低。车辆内的车载网络分为两个电路（例如宝马）：

1）车载网络供电部分，通过高电流熔丝防止发生短路。

2）起动机电路，该电路无法通过任何传统熔丝方式提供保护。

590. 什么是总线端？

宝马车系中，车辆中所有用电器必须有一侧搭铁，另一侧则连接正电压。在电工学中总线端用于连接电线、电缆和导线（可松开）。在车辆中总线端是指连接控制单元和电气组件并为其供电的接线柱。不同总线端拥有各自标准化的名称。

591. 什么是总线端 30？

车辆中的所有用电器始终通过搭铁点（导电车身部件）与车辆蓄电池负极接线柱连接。车辆中的部分用电器也始终与车辆蓄电池的正极接线柱连接。这种电路只能通过开关或继电器断开。

在车辆电气车载网络中，永久带有蓄电池电压的总线端称为总线端 30（也称 B+或永久正极）。安装并连接蓄电池后，导线束的这个分支在关闭点火开关并拔下点火钥匙后仍然保持供电状态。总线端 30 负责为停车后仍需正常运行或只为保存数据而需要用电的控制单元和总成供电。例如，闪烁警告装置开关就是通过总线端 30 供电的。

592. 什么是总线端 R？

只有将点火钥匙插入点火开关并转到Ⅰ档后，一部分用电器才能通过点火开关与蓄电池正极连接并得到供电。在这种情况下点火开关相当于一个开关。这个总线端称为总线端 R。

例如：如果车载收音机通过总线端 30（永久正极）连接时，则拔下点火钥匙后仍可以正常工作。如果收音机通过总线端 R 连接，则只有总线端 R 接通后收音机才能运行。除收音机外，安全系统（MRS、ACSM）也通过这个总线端供电。

593. 什么是总线端 15？

点火钥匙转到Ⅱ档时，则启用总线端 15（也称为接通的正极，点火正极）。其他控制单元和电气组件也通过总线端 15 供电，例如空调系统和驻车辅助系统（PDC）通过总线端 15 接通。总线端 R 和总线端 15 由 CAS 控制单元控制。

594. 什么是总线端 31？

由于所有用电器都连入一个电路内，因此除电源 B+外该电路还需要必要的搭铁连接。通过一根单独的搭铁导线和车身钢板连接蓄电池的负极接线柱。这种连接也称作总线端 31（搭铁）。



595. 为什么使用智能化发电机调节IGR?

在减少 CO_2 排放的措施方面，正在引入各种不同的工艺技术以降低车辆的耗油量。其中一项措施是部分回收利用发动机使用的动能。根据驾驶人的驾驶方式，仅智能化发电机调节一项措施就可以极大地减少 CO_2 的排放，从而节省能量。

1）智能化发电机调节的核心原理是扩展车辆蓄电池的充电策略。蓄电池不再完全充满，而是根据不同的环境条件（车外温度，蓄电池老化等）充电到规定程度。

2）与传统充电策略不同，现在仅在车辆滑行阶段进行能量回收利用。发电机在外部激励最大的状态下工作，并将所产生的电能储存在车辆蓄电池内。此时不消耗燃油，车辆滑行期间产生的动能通过车轮和发动机作用在发电机上，从而产生电能。

3）车辆加速阶段发电机不承受外部激励作用，因此不会为产生电能而消耗能量和燃油。

596. 充电状态和电压调节是怎样控制的?

1）与传统充电调节不同，智能化蓄电池调节不会100%充电。蓄电池充电到最大充电量的70%～80%。

2）系统定期停用智能化发电机调节功能并允许蓄电池100%充电，以确保蓄电池长期保持全部容量（恢复）。

3）在智能化发电机调节系统中，发电机电压在低电压范围内的时间相对较长，以便车辆蓄电池更有效地吸收电流。

597. 智能化发电机调节系统有哪几种运行状态?

IGR功能有以下3个运行状态。

（1）IGR较低　在滑行阶段提高发电机电压并为蓄电池充电（能量回收利用）。

（2）IGR中等　在IGR较低与IGR较高之间的阶段内不允许蓄电池耗电，保持目前的充电状态（部分减小发电机负荷）。

（3）IGR较高　能量从蓄电池返回到车载网络内（减小发电机负荷）。

598. 充电状态和电压调节是怎样控制的?

与传统充电调节不同，智能化蓄电池调节不会100%充电。蓄电池充电到最大充电量的70%～80%。

1）系统定期停用智能化发电机调节功能并允许蓄电池100%充电，以确保蓄电池长期保持全部容量（恢复）。

2）在智能化发电机调节系统中，发电机电压在低电压范围内的时间相对较长，以便车辆蓄电池更有效地吸收电流。

599. 智能化发电机调节系统较低功能运行状态是怎样的?

在滑行阶段提高发电机电压并为蓄电池充电（能量回收利用）。

1）滑行阶段提高发电机电压（这个发电机负荷仅在转速超过1000r/min且车速为10km/h时出现）。

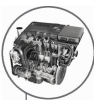
2）车辆处于滑行阶段时IGR提高发电机电压。提高电压可以提高蓄电池充电电量。

3）随着滑行次数和持续时间的增加，蓄电池充电状态不断提高（在IGR较低阶段中充电状态最高可达到100%）。

600. 智能化发电机调节系统中等功能运行状态是怎样的?

在IGR较低与IGR较高之间的阶段内不允许蓄电池耗电，保持目前的充电状态（部分减小发电机负荷）。

1）蓄电池充电状态足够时系统调节发电机电压的方式是，蓄电池以可接受的程度向外供电。此时车载网络有一部分由蓄电池供电。



2）在这种状态下发电机的负荷最小，只有维持车载网络稳定运行的作用。所需要的 IGR 电压由电源管理系统限制到与车载网络匹配的电压。

601. 智能化发电机调节系统较高功能运行状态是怎样的？

能量从蓄电池返回到车载网络内（减小发电机负荷）。

1）在使用燃油行驶阶段系统发出部分减小发电机负荷的请求信息。此时不再主动为蓄电池充电，而是仅使充电状态保持在足够使用的程度。

2）为确保只在滑行阶段充电的蓄电池在受控状态下向外供电，加速阶段车载网络电能需求较低时需发出发电机部分至完全卸载的请求信息，以减小 CO_2 排放。蓄电池充电状态达到某一程度（约 70% ~80%）时就会出现这种情况。

3）只有达到蓄电池的某一最低充电程度时，才能进行智能化发电机调节。

4）蓄电池充电状态足够时系统调节发电机电压的方式是，除滑行阶段外使蓄电池充电状态几乎保持不变。在这种状态下发电机只为车载网络供电。

602. 双蓄电池系统的功能和工作原理是什么？

例如奔驰 W221 双蓄电池系统，电源控制系统的任务是根据需要为车辆所有电气设备和部件提供电源。为了保持可靠性，电源控制系统提供两条电源线路，一条是起动机蓄电池线路，另一条是主蓄电池线路。

车辆电源供应控制单元（N82/1）将两种蓄电池线路调节为不同的参数和特性。为了确保车辆的正常工作，如果需要的话，两种蓄电池线路可被连接在一起。

（1）起动机蓄电池线路　起动机和起动机蓄电池属于起动机蓄电池线路部分。仅在特殊的情况下，其他的用电设备才能使用该电源。在发动机起动后，起动机蓄电池由车辆电源供应控制单元内的转换电路控制，通过主蓄电池线路至少充电 1h。

（2）主蓄电池线路　所有其他的电气设备属于主蓄电池线路。电源由蓄电池（GI）和发电机（m）提供。

（3）中央电气设备切断　为了在所有的运行条件下防止蓄电池过放电，电源控制系统的充电状态被连续监测。车辆电源供应控制单元发送一个信号到电气设备，这些电气设备将会以特定的顺序并且根据参数化的时间和电压值来占用主蓄电池线路。通过这个信号，个别的控制单元会切断电气设备或者减小这些电气设备的电源需求。

（4）静止电流切断　为了使蓄电池在车辆静止（发动机熄火）的情况下获得更长的使用寿命，静止电流切断继电器，将静止的电流减小到最小。为此，用电设备在预定的时间后断开与电源的供应。当静止电流切断继电器闭合时，充电转换器未进入工作状态。

（5）紧急运行模式　如果主蓄电池过放电，安装在前附加熔丝盒内的蓄电池连接继电器（Bzk1）将会闭合。

当发动机运行时（接线端 6 接通），所有不重要的电气设备就会切断。只有发电机产生足够的电源，两只蓄电池通过发电机进行充电。如果在主蓄电池线路中存在故障（如发电机故障，在车载电网线路断路），起动机蓄电池线路重新连接。仅点火开关控制单元（NT3）仍然能够通过车载电源供应控制单元从起动机蓄电池中得到电源。这对于紧急停车（P）功能而言是很重要的，因为它能够在钥匙移开时，确保通过变速器保证车辆的安全（紧急停车功能）。

（6）紧急 P 功能　EIS 控制单元将电压切换到紧急电路模式。带直接选择的智能伺服模块里的弹簧蓄压器工作，变速器转换到停车位置。在功能重新恢复后，带直接选择的智能伺服模块内的电子和机械系统将自动



同步。

（7）组合仪表显示 车辆电源供应控制单元通过底盘 CAN 总线发送状态和故障信息到中央网关控制单元（N93），并从中央网关控制单元通过中央 CAN、总线发送到组合仪表。

当出现以下情况时显示红色蓄电池符号：

1）发动机运行，从发电机未收到信号。

2）在车辆电源供应控制单元中有一个故障，如充电转换器故障。

603. 双蓄电池系统起动模式是怎样工作的?

在起动过程中，两条蓄电池线路彼此从电路上独立出来。主电路系统电压由主蓄电池线路提供。起动机蓄电池线路确保车辆能正常起动。当接收到“发动机运行”信息达 30s，双蓄电池连接继电器再次断开。

604. 双蓄电池系统发动机运行模式是怎样工作的?

如果发动机运行，即使主蓄电池供应电压过低时，起动机蓄电池也在充电。只要发动机运行，车辆电源供应控制单元根据温度控制充电特性，对起动机蓄电池进行充电转换调节到特定的充电电压。

双蓄电池的充电标准受到多方面因素的影响，若两只蓄电池已完全充满，则充电电流受到发电机的限制，目的是降低燃油消耗和提高发动机的效率。

605. 双蓄电池系统用电设备切断模式是怎样工作的?

有许多因素导致用电设备不得不切断，目的是使主蓄电池能够充分地充电，以及确保对所有重要的部件提供稳定的电源供应。某些用电设备需要以一定的次序临时性地短暂切断。

为了让发电机增加其输出电源电压，怠速转速也能够增加。怠速转速的增加由 ME-SFI 控制单元控制。

606. 双蓄电池系统发动机运行时用电设备切断模式是怎样工作的?

如果蓄电池电压降至低于 12.2V 超过 2s，首先切断用电设备。如果电压不会增加，则会有更多的用电设备切断。请求切断用电设备的信号由车辆电源供应控制单元发送，通过中央网关控制单元往内部 CANJ 总线发送。然后用电设备由相应的控制单元解除其工作状态。

607. 双蓄电池系统发动机熄火时用电设备切断模式是怎样工作的?

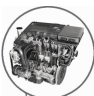
如果点火开关置于Ⅰ档或Ⅱ档时，电气设备仍然工作，当系统电源电压低于特定的电压值时，用电设备切断功能开始起作用。用电设备然后在一定的时间间隔内以特定的次序切断。

608. 奥迪 A6 轿车电源管理系统是怎么控制的?

（1）电能管理控制单元 J644 奥迪电能管理控制单元 J644 在行李箱内的蓄电池旁边，诊断地址码为 61。主要是监控蓄电池状态，在极端的情况下调节充电电压，切断用电器；防止蓄电池过度放电，保证车辆用电。

（2）控制原理 电能管理控制单元 J644 可持续监控蓄电池的状况，它会检查蓄电池的充电状态（SOC）及起动能力。在发动机运转时，该控制单元会将发电机的充电电压调节到最佳状态。另外该控制单元还可以卸掉载荷（减少用电器的个数）及提高怠速转速。

为了避免在发动机关机的情况下出现静电流消耗，该控制单元在极端情况下可以通过 CAN 来关闭用电器，从而避免蓄电池过度放电。



609. 奥迪 A6 轿车电源管理系统蓄电池管理器的任务是什么?

为了能执行蓄电池自诊断，电能管理控制单元内的蓄电池管理器必须算出下面这些数据：蓄电池温度、蓄电池电压、蓄电池电流、工作时间。

蓄电池电流和蓄电池电压在控制单元内测量，蓄电池温度是通过一种算法来折算的，而蓄电池电压是在正极接线柱上测量的。

610. 电能管理控制单元的功能是什么?

电能管理控制单元 J644 可持续监控蓄电池的状况，它会检查蓄电池的充电状态（SOC）及起动能力。

611. 宝马 E70 电能管理系统使用什么规格的蓄电池? 有什么特点?

宝马 E70 蓄电池安装在行李箱地板的右后侧。车辆蓄电池使用规格为 70A・h 和 90A・h 的蓄电池。根据配置情况，使用吸收式玻璃纤维网垫（AGM）蓄电池（例如驻车暖风 SA536）。AGM 蓄电池的主要特点在于其循环稳定性较强。

E70 李箱内的配电盒直接安装在车辆蓄电池上。蓄电池处的配电盒用一个钢板夹固定在车辆蓄电池上。需要松开配电盒时，必须向下、向外按压钢板夹。

612. 电源管理控制单元有哪些功能模块? 作用是什么?

电能管理控制单元 J644 有 3 个功能模块，这些功能模块在不同的车辆状态下开始工作。

（1）蓄电池管理器　功能模块 1 是蓄电池管理器，它负责蓄电池诊断（总是处于工作状态）。

（2）静态电流管理器　功能模块 2 是静态电流管理器，它在需要时会关闭驻车后的用电器（发动机不转）。

（3）动态管理　功能模块 3 是用于动态管理的，它用于调节充电电压以及降低负荷（减少用电器数量）。（发动机在运转）

这 3 个功能模块在一定的状态下才会激活，车辆有 3 种不同的状态，见表 4-1。

表 4-1　功能模块的激活

车辆状态	蓄电池管理器	静态电流管理器	动态管理
15 号接线柱关闭	激活	激活	—
15 号接线柱接通发动机不转	激活	激活	—
15 号接线柱接通发动机在运转	激活	—	激活

613. 车载网络的类型有哪些?

按照系统的信息量、响应速度、可靠性等要求将车载网络系统分为 A 级、B 级、C 级、D 级四类。

A 级是面向传感器/执行器控制的低速网络，数据传输速率通常小于 20Kbps，主要用于天窗、刮水器、空调、照明等控制。

B 级是面向独立模块间数据共享的中低速网络，速率在 30～125Kbps，主要用于身电子舒适性模块、仪表显示等系统。

C 级是面向实时性控制的中高速网络，速率在 125Kbps～1Mbps 之间，主要用于牵引控制、发动机、自动变速器、ABS 等系统。

D 级是面向媒体传输的高速网络，速率在 1Mbps 以上，主要用于导航、车载音响、车载电话等信息娱乐系统。

A 级目前首选的标准是 LIN 总线；B 级网络的国际标准是 CAN 总线；C 级具有高速实时传输特性的一些总线标准和协议，包括采用时间触发通信的 X-by-Wire 系统总线标准和用于安全气囊控制和通信的总线协议、标准；D 级主要标准是 DDB 和 MOST。

614. 静态电流管理器的任务是什么? 有什么功能?

（1）工作任务　奥迪 A6 轿车电源管理系统中，电能管理控制单元 J644 内的静态电流管

理器的任务是，在必要时请求控制单元关闭用电器。静态电流管理器在15号接线柱关闭和15号接线柱接通/发动机关闭时才工作。

1）当车已停止时，必须尽可能地减小静电流，以降低蓄电池的放电量，从而保证在长时间停车后仍能起动车辆。

2）当蓄电池电量不足以给所有驻车用电器供电时，舒适用电器和Infotainment用电器的功能就会被关闭。控制单元究竟要关闭哪个用电器，这是由关闭等级来决定的。

3）在“车辆信息”下的故障导航中可显示出控制单元可关闭哪些用电器或功能。

4）用电器关闭分为6个等级。

5）蓄电池的充电量越少，关闭等级就越高。所需要的关闭等级由电能管理控制单元经数据总线系统来提供。组合仪表会告知驾驶人哪些功能受限制。

某些功能受到限制的原因可能就是因为某些关闭等级已经起动。关闭等级已经起动会作为故障被存储在电能管理控制单元的故障存储器内。

（2）关闭等级功能　电能管理控制单元根据蓄电池的充电状态来起动各个关闭等级。

615. 电源管理系统关闭等级的控制原理是什么？

电能管理控制单元J644在必要时会将所需要的关闭等级发送到数据总线上。连接在总线系统上的控制单元在读入这些信息后，就会关闭与各个关闭等级相关的用电器。因此，在每个控制单元内都存储有关闭等级将要关闭的用电器的信息。

如图4-24所示，可以看出：电能管理控制单元将“关闭等级2”发送到舒适CAN总线上，于是舒适CAN总线上的控制单元就关闭了与“关闭等级2”相对应的用电器或功能，这个对应的关系存储在相应控制单元的软件内。“等级2”发送到了舒适CAN总线上了。

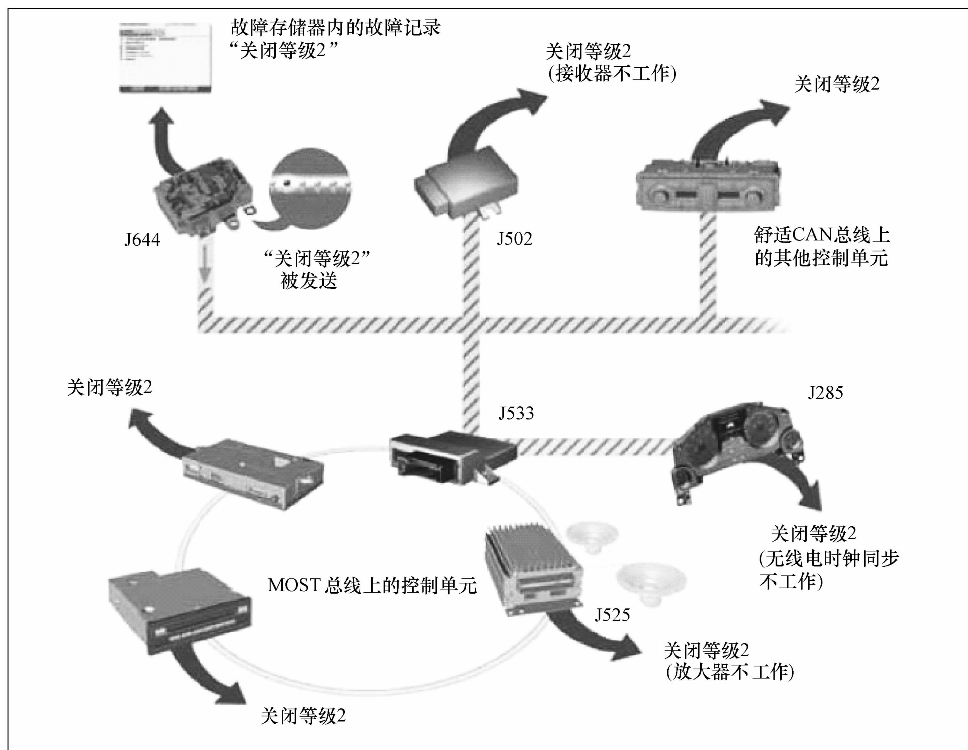
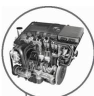


图4-24　关闭等级控制原理图



例如：为了节能，轮胎压力监控控制单元 J502 关闭了天线接收器。数据总线诊断接口 J533 会将“关闭等级 2”这个信息分配到其他的总线系统上，于是其他总线系统上的所有控制单元也做出反应，即关闭与“关闭等级 2”相关的用电器。

连接在组合仪表 CAN 总线上的控制单元 J285 会关闭无线电时钟的接收器（为节能），或者连接在 MOST 总线上的数字音响包控制单元 J525 关闭音频放大器。

616. 静态管理器逐级降低静态电流的作用是什么？

静态管理器能延长车辆停放的时间。这些“关闭等级”优先顺序是 1-2-5-3-6，这在开发系统时就定好了。

1）当接通降低静态电流的各个等级时，车辆停放的时间就可延长，因为“关闭等级”越高，静态电流就越小。但是车辆无法计算停放的时间可延长多长。当驾驶人上车后，所有功能立即恢复。“关闭等级 4”有点特别，它不能由车本身来执行，必须借助于诊断仪来完成。

2）当车辆停放时间超过 3h，若此时静态电流大于 50mA 的话，“关闭等级 2”会立即起动。

发动机起动后，所有原来正在工作的“关闭等级”都被复位（撤消了）。将充电器接到车上的蓄电池上时，也会关闭所有的“关闭等级”。但这些功能不适用于“关闭等级 4”——运输模式。

617. 什么是普通硅整流发电机？

普通硅整流发电机由三相交流发电机和 6 只硅整流二极管组成。如东风 EQ1091 型载货汽车用 JF132 型发电机和北京切诺基的发电机。其电刷有外装式和内装式之分，前者电刷架可直接在发电机的外部拆装，后者更换电刷时，必须将发电机解体。

618. 什么是整体式硅整流发电机？

整体式硅整流发电机的集成电路（IC）调节器装在硅整流发电机内部。减少发电机外部的连接导线，而且还能大大简化制造过程，因而得到了广泛的应用，如丰田 YR、YB 系列发电机，北京切诺基汽车发电机，夏利汽车发电机，一汽奥迪、上海桑塔纳（JFZ1813Z 型）发电机等。

619. 什么是无刷硅整流发电机？

无刷硅整流发电机，是指无电刷和集电环的发电机。这种交流发电机没有电刷和集电环，可以减少在运行中由于电刷与集电环而引起的各种故障。其结构与一般爪极式交流发电机大致相同，但其磁场绕组是静止的，它通过一个磁扼托架固定在后端盖上。两个爪极中只有一个爪极直接固定在发电机转子轴上，另一爪极则用非导磁连接环固定在前一爪极上。当转子旋转时，一个爪极就带动另一个爪极一起在定子内转动，于是定子的三相绕组中便感应出三相交流电，经整流后再变为直流电。

这种交流发电机有一定的缺点，一是，两个爪极之间联接的制造工艺较困难；二是，由于磁路中增加了两个附加气隙，故在输出功率相同的情况下，必须增大磁场绕组的励磁功率。

620. 什么是带有励磁机的无刷硅整流发电机？

带有励磁机的无刷硅整流交流发电机实际上是在爪极式三相交流发电机的基础上增加了一部专为其励磁的小型硅整流发电机，称为励磁机。其特点是磁场绕组固定，而三相绕组是转动的。当发电机转动时，在三相绕组中便感应出三相交流电，在发电机内部经二极管整流后变为直流电，直接供给爪极式三相硅整流发电机的磁场绕组励磁发电。其结构比较复杂，所以仅在需要大功率输出

时采用。

621. 怎么检修充电不稳定故障？

（1）异常表现　起动发动机或正常行驶时，仪表充电指示灯闪亮（时而亮时而不亮）。

（2）故障生成的原因和故障的排除

1）发电机传动带过松，或传动带磨损导致打滑。

排除故障：调整或者更换发电机传动带。

2）发电机与蓄电池之间连线导线有异常，接触不牢固或者有虚脱线路。

排除故障：检查发电机与蓄电池的各接线柱之间的导线连接，重新安装和锁紧导线接端的螺母。

3）发电机内部故障：可能是电刷磨损，也可能是调节器各触点烧蚀等。

排除故障：检查调节器。用试灯检查发电机，使发动机稳定运转。这时，如果试灯亮度有明暗变化，表示发电机存在故障。分解并检查发电机，检查电刷接触状况、检查转子和定子线圈是否接触不良。

622. 怎么检修发电机发电不足故障？

（1）异常表现　起动发动机或正常行驶时，仪表充电指示灯持续点亮。

（2）故障生成的原因和故障的排除

1）发电机传动带松动或磨损。

排除故障：调整或者更换发电机传动带。

检查和调整发电机传动带：

① 目测发电机传动带是否有过度的磨损、磨坏的帘布等。如有异常，更换发电机传动带。

② 检查发电机传动带张力。传动带过松会导致打滑，传动带太紧会影响发电机轴承寿命。检查传动带的张力可以用手指强力地按压两带轮中间的传动带，如果传动带的压下量在 10mm 左右，一般认为张力较合适；如果压下量过大，张力就不足，导致打滑；如果传动带几乎不出现压下量，那么就说明传动带过紧。需要进行调整。

2）导线连接松动或电路短路。

排除故障：检查发电机与蓄电池的各接线柱之间的导线连接，重新安装和锁紧导线接线端的螺母。

3）主熔丝熔断。

排除故障：更换主熔丝。

4）发电机内部故障，一般会出在电压调节器上。

排除故障：检修发电机。

5）搭铁不良。

排除故障：检查蓄电池负极与车身的搭铁线，重新安装和紧固。

6）蓄电池损坏。

排除故障：只有一种方式——更换蓄电池。

623. 什么故障导致充电指示灯点亮？

（1）故障信息　马自达轿车，仪表板上的充电指示灯点亮。

起动发动机后充电指示灯正常熄灭，但数秒钟后，充电指示灯会再次点亮。这样行驶导致蓄电池电量消耗完。

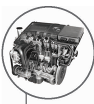
（2）检查和分析　为了检查故障，更换维修用的备用蓄电池。

更换蓄电池，发动机顺利起动，充电指示灯数秒后点亮。用万用表测量交流发电机的输出电压，怠速时为 12.5V，发动机加速到 2000r/min，电压降至 12V 以下。这样可以判定充电系统出现故障。

该车与发电机相连接的导线共有 3 根，一根较粗的接发电机的接线柱 +B，另外两根线共用一个连接器，其中一根用于传输发电机的信号，另一根用于传输发电机励磁电流的控制信号。

“+B”为发电机的输出接线柱，在发动机运行时给全车供电。发电机连接器端子 P 从发电机三相定子绕组中的一相引出，PCM





根据此端子信号控制充电指示灯亮灭和输出脉宽调制信号。发电机连接器端子D与功率晶体管的基极相连，PCM利用脉宽调制信号来控制功率晶体管的通断，从而控制发电机的励磁电流，调节发电机的输出电压。当发电机连接器端子P的信号电压不符合标准时，PCM即判定充电系统出现故障，停止向发电机连接器端子D输出脉宽调制信号并点亮充电指示灯，表示充电系统有故障，需要检修。

（3）排除过程　起动发动机，测量发电机连接器端子，测得发电机连接器端子P上的电压为0V，这个数值是不正常的，说明有故障存在。发电机连接器端子D上的电压为1～2V附近。由此可以判定，故障出在发电机上。

更换发电机，起动发动机，充电指示灯正常熄灭。用万用表测量接线柱“+B”的输出电压，为14V左右，充电系统正常。故障排除。

624. 怎么诊断蓄电池电量不足导致的车辆不能起动故障？

（1）故障信息　蓄电池故障导致的车辆亏电。间隔两天蓄电池亏电就很难起动车辆，甚至有时用人推车才能起动，但着车后就正常了，过一会儿关闭发动机后可以正常起动。

（2）检查和分析

1）测量发电机充电电压，发动机怠速时测量为13.7～14V，踩下加速踏板提高转速时测量为14.5V附近，测量结果表明发电机输出电压正常。

2）检查蓄电池接线柱无腐蚀，不虚接，检查发电机、起动机、蓄电池之间的接线，也无松动现象，导通正常。

3）本案例来讲，发电机发电正常，充电正常。蓄电池电量不足导致的起动困难，可以判定蓄电池本身有问题，容量下降或自行放电。

（3）排除过程　用蓄电池检测仪测量验证蓄电池已损坏，更换蓄电池，故障排除。

625. 发电机调节器有什么作用？

发电机调节器的作用是在发动机转速变化时，通过调节发电机励磁绕组的励磁电流，使发电机的电压保持稳定，防止发电机电压过高而烧坏用电设备和导致蓄电池过量充电，同时也防止发电机电压过低而导致用电设备工作失常和蓄电池充电不足。调节器按照元件性质来分可分为触点式和电子式两种，现在常用的主要是电子式。电子式电压调节器又分为晶体管调节器和集成电路调节器。

626. 晶体管调节器是怎么工作的？

晶体管调节器是将晶体管作为一只开关串联在发电机的磁场电路中，根据发电机输出电压的高低，控制晶体管的导通和截止，以调节发电机的励磁电流，使发电机输出电压稳定在规定的范围之内。晶体管调节器有内搭铁式和外搭铁式两种。

627. 集成电路电压调节器是怎么工作的？

集成电路调节器（IC）具有体积小、质量轻、灵敏度高、寿命长、不需维修等优点。它安装于整体式交流发电机后端盖上，可以减少发电机外部连接导线和充电系统故障，并大大简化了生产制造过程。它的作用是：当发电机转速发生变化，输出电压超过极限值时，自动调节发电机的输出电压，使之保持稳定，以防电压过高烧坏用电设备和使蓄电池过充电。

集成电路电压调节器也称IC调节器，其工作原理与晶体管电压调节器相同。集成电路调节器装在发电机上，根据电压检测点的不同，可分为发电机电压检测法和蓄电池电压检测法两种。



628. 电压调节器置于发电机内的电路原理是什么？

电压调节器一般有 3 个接线柱：B（或 +、火线、电枢）接线柱、E（或 −、搭铁）接线柱、F（磁场）接线柱。

典型的整体式发电机充电电路，整体式发电机将发电机的电压调节器置于发电机内，发电机无磁场接线柱，但有一个充电指示灯接线柱 L，L 接线柱在发电机内部连接提供励磁电流的整流器输出端。

629. 怎样测量各接线柱之间的电阻？

1）测量发电机的输出端子 B + 和搭铁端 E 之间的阻值（壳体或搭铁接线柱）。通过测量可以判断交流发电机整流器是否有故障，如有故障应将发电机解体进一步检测。

2）测量发电机正电刷 F 接线柱和负电刷 E 之间的阻值。通过测量各接线柱之间的阻值，不能确定交流发电机是否有故障时，应进行试验台试验。

630. 怎样进行发电机试验台试验？

（1）空载试验　空载试验是在交流发电机不带任何负载（不对外输出电流）情况下的一种试验。空载试验的目的是，初步测定发电机是否有故障。

（2）负载试验　负载试验就是在交流发电机带有负载（对外输出电流）情况下的一种试验。负载试验的目的是，进一步测定发电机是否有故障。

交流发电机的有些故障，在没有电流输出的情况下是表现不出来的，所以在交流发电机空载试验正常情况下，应再作负载试验。

631. 怎样检测与维修转子？

（1）励磁绕组的检修　用万用表测量励磁绕组的电阻，应符合标准。每个滑环与转子轴之间的阻值都应该为∞。

（2）转子轴和滑环的检修　转子轴的弯曲会造成转子与定子之间间隙过小而摩擦或碰撞，如发现发电机运转时阻力过大或有异响，应检查转子轴是否有弯曲。

集电环应表面光滑，无烧蚀，厚度应大于 1.5mm

（3）轴承的检修　若发现发电机运转时有异响，应仔细检查是否因轴承的损坏而造成。

632. 怎样检测与维修整流器？

将二极管的引线与其他连接分离，用指针万用表的两个表笔分别接到二极管的引线与壳体上，测二极管的正向与反向电阻。二极管的正向电阻应符合标准值，反向电阻应在 10kΩ 以上。

633. 怎样诊断和排除发电机充电故障？

例如，捷达轿车，起动发动机后充电指示灯稍微发亮。

（1）诊断要点

1）确定故障诊断的故障现象。

2）尽可能地重现故障。

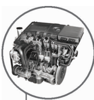
3）执行故障诊断，最大可能地初步把握故障生成部位或零部件。

（2）结合发电机原理分析　捷达轿车采用的是整体式硅流发电机，电压调节器采用的是内装式 IC 调节器，并用充电指示灯指示蓄电池的充、放电状态：发电机正常工作时，指示灯熄灭。

检查时，在“B +”与“D +”接线柱间连接一只电流表，测得静态激磁电流为 2.6A，较正常值略低。

取下电流表，起动发电机，测量发电机“B +”端及“D +”端电压，其电压值为 12.7V，提高发动机转速，查看电压表，结果“B +”端及“D +”端电压同时升高，表明故障在发电机。

（3）执行故障排除　拆下发电机并进行



解体检查，发现有一只电刷的连线已经断开。更换新电刷，修复后装车再试，故障排除。

（4）维修总结　行车时，充电指示灯常亮不灭，表明充电系统有故障。其原因主要有以下4点：

1）激磁二极管断路损坏，“D+”端电压下降，在发电机的“B+”端与“D+”端形成电位差。

2）内装IC调节器性能不良，激磁电流减小，发电机输出电压下降。

3）激磁绕组局部短路或激磁回路接触电阻增大，磁场强度下降。

4）发电机传动带过松或打滑，发电机转速下降。

634. 起动机是怎样执行起动工作的？

从蓄电池正极接线柱出发的一根导线经过点火线圈，接在磁力开关的S端。这个导线是用来操纵磁力开关的。点火开关接通和切断电路，并控制磁力开关的动作。

另一根导线直接连接在磁力开关的B端。导线具有优良的导电性能，因为将有强电流流过，以便使电动机转起来。另一根导电性良好的导线连接在电动机磁力开关的M端。电动机内部换向器的触点接通B端和M端以后，电流就从蓄电池流向电动机，电动机开始转动。

635. 为什么要在某些起动电路中装置继电器？

由于起动机起动时流过的电流比较大，经常会使点火开关损坏。为了避免点火开关触点被烧蚀，延长其使用寿命，使电流不流过电磁开关的电磁线圈，以减少电磁开关的电压降，许多汽车对装有电磁开关的起动机，采用有起动继电器的起动系统控制电路。采用起动继电器可以用较点火开关起动档小得多的小电流控制电磁开关的起动机开关电路。

636. 怎样测试起动机消耗电流？

测试起动机消耗电流步骤如下：

1）将电压表正极引线连接至蓄电池正极接线柱。

2）将电压表负极引线连接至蓄电池负极接线柱。

3）将电流表正极引线连接至蓄电池正极接线柱。

4）将电流表负极引线连接至蓄电池加载装置，如层叠炭板上。

5）将蓄电池加载装置的另一条引线连接至蓄电池负极端子。

6）将蓄电池加载装置设在最大电阻档（开路）。

7）起动发动机。

8）记录起动期间显示的电压。

9）将点火开关拧到关闭位置，调整蓄电池加载装置，使电压表读数与上步记录的读数相符。

10）记录蓄电池加载装置的消耗电流。

11）将蓄电池加载装置设回到“开路”位置。

12）检查消耗电流是否符合标准值。

13）如果电流超出标准值，拆卸并维修起动机。

637. 发电机二极管损坏的主要原因是什么？

1）人为故障。错将12V交流发电机的硅二极管安装在24V交流发电机上。

2）将硅二极管的极性装反。硅交流发电机安装有两种硅二极管：一种是正烧二极管，管壳底部注有红色字样；另一种是反烧二极管，管壳底部注有黑色（或蓝色）字样。按规定注有红色字的管壳是负极，引线端是正极；注有黑色字的管壳是正极，引线是负极。但有的厂出口的硅二极管却恰恰相反，注有红色字的管壳是正极，注黑色字的是负极。有的人粗心，更换硅二极时没有根

据硅二极管的实际装入元件和发电机端盖上的管孔内，而盲目地只根据红色或黑色装入，所以使硅二极管烧坏。

3）安装硅二极管的方法不科学，使硅二极管与孔配合过紧或者过松，过紧易使管壳受到机械变形后损坏。

4）检测方法不妥，使用仪具不当导致损伤。

638. 发电机不发电的原因有哪些？

硅整流发电机不发电是最常见的故障，主要表现为充电指示灯常亮、蓄电池电量消耗过快、灯光逐渐变暗等。

主要原因如下：

1）传动带过松或有油污。

2）电刷接触不良。

3）励磁电路断路或无励磁电流。

4）转子和定子线圈短路、断路与搭铁。

5）发电机输出线路短路。

6）整流板二极管损坏等。

639. 发电机发电量不足有什么表现？原因有哪些？

发电机发电量不足可以通过电流表或充电指示灯来判断，车辆运行时电流表偏向负值或指示灯亮，表明发电机的发电量不足，主要原因有以下几点：

1）发电机传动带过松、有油污。

2）连线有松动或锈蚀。

3）怠速转速过低。

4）调节器工作不良。

5）发电机整流器个别二极管损坏。

6）发电机集电环脏污或磨损严重、电刷与集电环接触不良。

7）发电机定子绕组接线不良，或转子绕组有故障。

8）发电机转子和定子有刮碰或气隙不当。

640. 发电机发电量过高的原因有哪些？

发电机发电量过高一般表现为照明灯泡经常烧损、蓄电池电解液消耗过快、发电机或点火线圈过热等。

主要原因有以下几点：

1）发电机正电刷与元件板短路。

2）磁化线圈断路。

3）温度补偿电阻断路，调节器电压调整值过高。

4）机械式调节器低速触点粘结。

5）机械式调节器高速触点接触不良。

641. 充电电流不稳定的原因有哪些？怎样排除？

交流发电机在工作时，电流表指针摆动，即发电机充电电流不稳定。

（1）充电电流不稳定原因

1）发电机传动带过松。

2）发电机与蓄电池之间连线接触不牢。

3）电刷磨损不均或电刷弹簧失效。

4）调节器各触点烧蚀或有油污。

5）调节器调整不符合要求。

（2）检查与排除

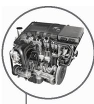
1）检查发电机传动带的松紧度是否合适，更换或调整。检查发动机传动带张紧轮，必要时更换。

2）检查发电机与蓄电池的各接线柱之间的导线连接情况。

3）用试灯检查发电机，使发动机稳定运转。这时，若试灯亮度有明暗变化，表明发电机有故障。必要时分解并检查发电机，检查电刷接触状况以及转子和定子线圈是否接触不良。

642. 起动机电枢和磁场线圈间实际线路是怎样布置的？

电枢线圈和激励线圈之所以采用不同的连接方式，所考虑的是电动机所需的性能。在汽车起动机里，通常采用一种被称为串绕型的布线方式。在这种特殊的布线电路中，激励线圈和电枢线圈是串接在一起的。



643. 怎样测试起动电压？

1）将电压表的负极引线连接至搭铁端。

2）将正极引线连接至电磁开关端子 30。

3）起动发动机。

4）记录起动期间显示的电压。

5）如果电压低于规格且起动性能差，则拆卸并修理起动机。

644. 怎样测试起动机接触不良？

1）将电压表正极引线连接至蓄电池正极接线柱。

2）将负极引线连接至电磁开关 M 端子。

3）记录起动期间显示的电压。

4）对电磁开关端子 50、电缆的蓄电池正极压接端子和蓄电池正极端子连接器，重复本程序。

5）修复所有电阻（电压读数）过大的接头。

645. 怎样测试起动机搭铁？

1）将电压表正极引线连接至蓄电池负极接线柱上。

2）将电压表负极引线连接至起动机壳体上。

3）记录起动期间显示的电压。

4）对电缆的蓄电池负极压接端子和蓄电池负极端子连接器，重复本程序。

5）修复所有电阻过大的接头。

646. 怎样测试开关电路？

1）将电压表负极引线连接至电磁开关端子 50。

2）将正极引线连接至蓄电池正极接线柱上。

3）起动发动机。

4）记录起动期间显示的电压。

5）如果电压高于规定值，测试电磁开关电路（开关电路最大电压差 2.5V），找出电阻过大的根源并修复接头。

647. 起动机运转无力故障怎么排除？

主要检查蓄电池、起动机电磁开关。

（1）故障表现　起动机转动缓慢无力，带动发动机困难或接通起动开关后，起动机只有“咔嗒”一声，并不转动。

（2）可能发生故障的部件　蓄电池、起动机和连接导线。

（3）检查项目

1）蓄电池电量不足、导线虚连。

2）电磁开关损坏。

648. 起动机空转故障怎么排除？

接通起动开关，起动机空转。重点检查驱动齿轮。

1）检查起动机主开关接触盘行程，若过短，则造成电磁开关提前接触，会听到轻微的摩擦声。

2）驱动齿轮或飞轮齿圈是否严重磨损，打滑。

3）单向离合器是否有打滑现象。

649. 不了解电子控制单元怎么办？

（1）电子控制单元（ECU/ECM）功能　电子控制单元接收来自各种传感器和开关的信号进行计算，并将计算结果与存储器中存储的数据进行比较，为执行器输出最佳信号。该控制模块是 ECM 系统的核心。

电子控制单元是以单片微型计算机（即单片机）为核心所组成的电子控制装置，具有强大的数学运算、逻辑判断、数据处理与数据管理等功能。

电子控制单元是汽车电子控制系统的控制中心，其功用是分析处理传感器采集到的各种信息，并向受控装置（即执行器或执行元件）发出控制指令。

（2）电子控制单元组成　电子控制单元（ECU）主要由输入回路、A/D（模拟/数字）转换器、微处理器、输出回路等组成（图 4-25）。



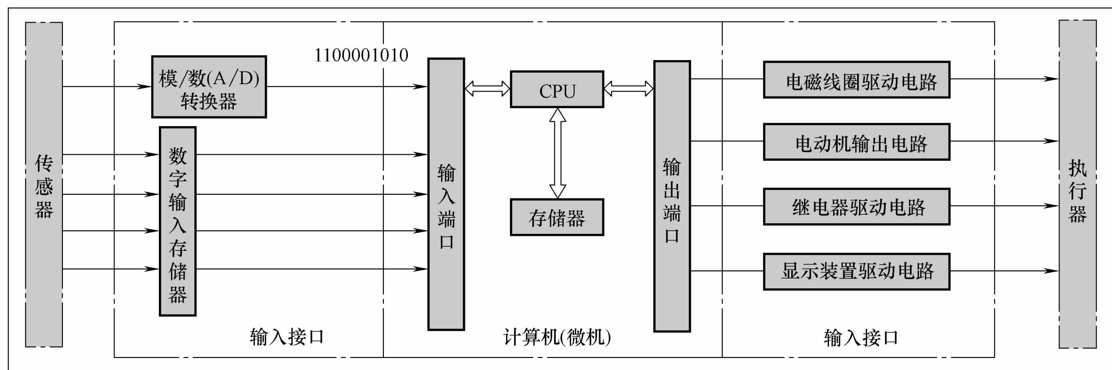


图 4-25　电子控制单元组成

1）输入回路。输入回路作用示意图如图 4-26 所示。

① 针对模拟信号。输入回路需要先滤除杂波，再通过 A/D（模拟/数字）转换器将连续变化的模拟量转换成数字量之后才能输入微处理器。

② 针对数字信号。输入回路需要通过输入回路的数字缓冲器进行限幅、整形和分频（如将曲轴位置传感器信号分频为 1°信号等）处理后，才能传输到微处理器进行运算处理。

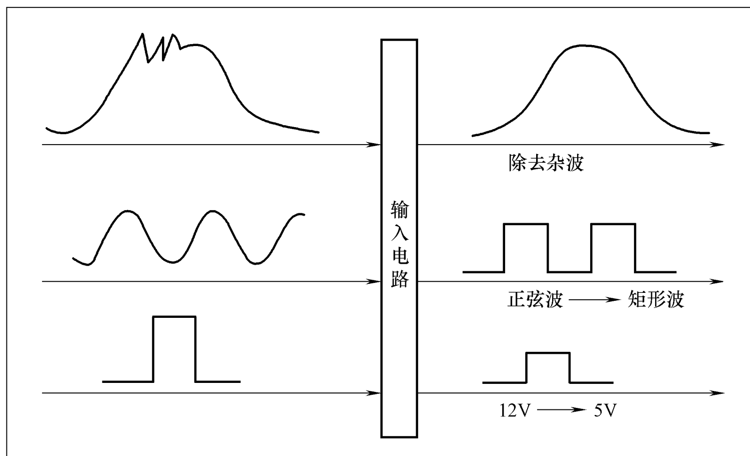


图 4-26　输入回路作用示意图

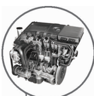
2）微处理器。微处理器在各种存储器的支持下，统一控制各组成部分，对输入信号进行运算处理并输出控制信号。微处理器主要由中央处理器（CPU）、数据存储器（RAM/ROM）和输入输出（I/O）接口等组成。

3）输出回路。输出回路是微处理器与执行器之间的中继站，其功用是根据微处理器发出的指令，控制执行器动作。

650. 起动及充电装置是怎么控制的？

汽车的起动系统包含一个 12V 起动机，这个起动机会驱动发动机开始燃烧过程，把电能转化成机械能。车辆的电力系统必须可以提供充足的能量，以确保起动机可以转动曲轴。

起动及充电装置控制。充电系统由一个蓄电池组和一个交流发电机构成。蓄电池必



须有足够的能量去运行汽车的起动机和其他的电力系统。交流发电机会在发动机运行时并且蓄电池需要加大输出时给蓄电池充电。组合仪表上安装有充电警示灯，它会在交流发电机没有输出电能或者电能输出低的情况下被点亮。

651. 发电机是怎么控制的?

交流发电机在结构上都相似，都包括一个定子、一个转子、一个整流器和一个调节器。单向输出端用一根粗电缆连接到蓄电池的正极。交流发电机通过支架搭铁。三针脚连接器为充电警示灯、蓄电池和发电机充电信号提供连接。

652. 起动机是怎么控制的?

每个起动机都属于电磁啮合型且都包括一系列线束电动机、一个单向离合器和一个整体线圈。当点火开关移到起动位置时，网关防盗模块发出信号来给起动机线圈提供电压。当发动机要求起动时，网关防盗模块在同意起动要求之前先检查正确的特征编码是否被接收。

起动机上的连接器为网关防盗模块提供连接。直接与蓄电池正极端子连接的坚固的专用电缆为起动机的运行提供能量。电缆通过铜制的双头螺柱与线圈连接且用螺母固定。

653. 车窗系统是怎么控制的?

在带有前电动车窗及后电动车窗的车辆上，每个车门的内饰板上都有一个翘板开关，控制该车门上的车窗的升降。DDM 上有 4 个开关，以便驾驶人能控制每个车窗的升降，DDM 上还有一个隔离开关，以防止后车门电动车窗开关使车窗升降。

当点火开关位于 AUX 或 IGN 位置时，或点火开关转动到关闭位置 40s 后，电动车窗仍可以升降。如果车门在这 40s 的时间内被打开或当点火开关转到关闭位置时，车门已经打开，则 40s 的定时取消。该功能也适用于天窗的运行。车窗系统控制图如图 4-27 所示。

654. 电动车窗是怎么控制的?

当点火开关位于 AUX 或 IGN 位置时，或在 BCU 接收到来自位于组合仪表的 K 总线上的点火关闭信息 40s 后，电动车窗在任何时候都可运行。

当 40s 定时器处于运行状态时，定时功能可以通过打开任意一个前车门的方式取消，或当 BCU 接收到点火关闭信息时，一个车门已经打开，此时定时功能也被取消。当定时功能取消后，BCU 同时在 K 总线上，向天窗 ECU 发送一个信息，使天窗不能运行。

655. 电动玻璃升降器电动机是怎么控制的?

升降器电动机直接由位于 BCU 内的电子继电器提供电源。BCU 接受来自开关的信号，并向相应的电动玻璃升降器电动机提供电源，使车窗上升或下降。车窗的上升或下降也由 BCU 控制，BCU 颠倒提供的电源极性，使车窗上升或下降。

前窗都是电动操纵，由相应车窗上的开关单独控制，或由 DDM 上的开关控制。每个前电动玻璃升降器电动机从 BCU 处接受电源供给。BCU 控制电源及搭铁连接，并通过颠倒电动机极性的方式，操纵电动机向任一方向运转，从而使车窗玻璃向上或向下运动。

656. 电动车窗防夹功能是怎么控制的?

车窗系统（图 4-27）安装一个防夹传感器。防夹传感器中有两个橡胶密封好的触点，该橡胶密封沿车门上框饰条顶部全长布置。当玻璃顶部与车门上框之间夹入一物体时，该物体压迫传感器，使传感器内的两个

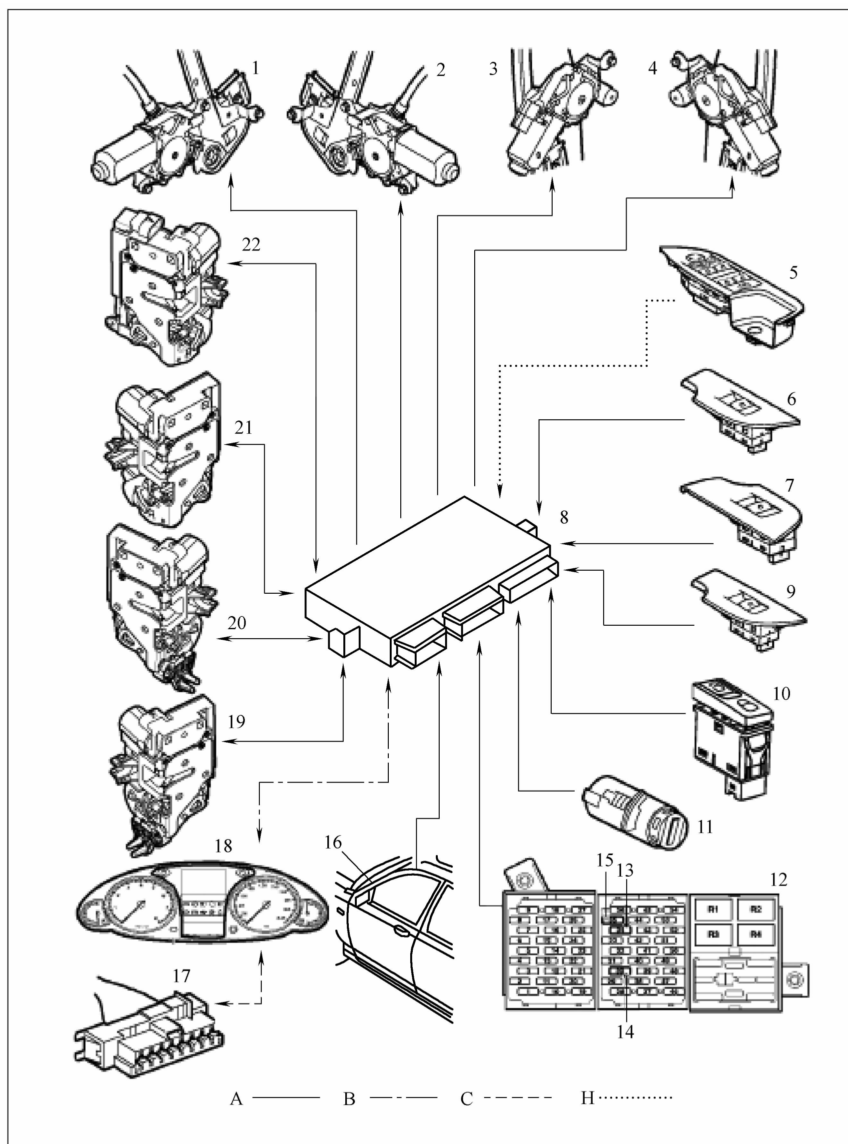


图 4-27　车窗系统控制图

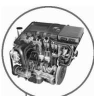
A = 硬线；B = K 总线；C = 诊断总线；H = 驾驶人侧门组合开关总线

1—左前车门电动玻璃升降器　2—右前车门电动玻璃升降器　3—左后车门电动玻璃升降器　4—右后车门电动玻璃升降器　5—驾驶人侧门组合开关（DDM）　6—前排乘客侧门电动车窗开关　7—左后车门电动车窗开关　8—车身控制单元（BCU）　9—右后车门电动车窗开关　10—中控门锁开关　11—驾驶人侧门锁芯　12—乘客舱熔丝盒　13—驾驶人侧门组合开关熔丝　14—后车门电动玻璃升降器熔丝　15—前车门电动玻璃升降器熔丝　16—车窗防夹传感器　17—诊断连接器　18—组合仪表　19—右后车门锁体　20—左后车门锁体　21—前排乘客侧门锁体　22—驾驶人侧门锁体

触点接触在一起，形成一个完整的电路回路。BCU 探测到该完整的电路回路后，立即使车窗向下，直到完全打开的位置。

657. 刮水器和洗涤器是怎么控制的？

刮水器和洗涤器系统由车身控制单元



(BCU) 在接收到驾驶人或雨量传感器(如安装)的指令后动作。所有的刮水器功能是由安装在转向盘右手侧的多功能刮水器拨杆开关控制。

658. 刮水器开关是怎么控制的?

刮水器拨杆开关由一个五档摆动开关和一个旋转开关组成。间歇式刮水,低速和高速刮水的刮水开关位置是锁定的,而点动式刮水和刮水/洗涤程控开关是不锁定的。

1) 间歇式、低速、高速和点动式刮水的开关都会从开关接头1到2之间的某一个金属线的都会完成一个接地路径到达ECU。组合的搭铁路径由BCU通过选定功能的一个或两个信号来进行监控。

2) 洗涤/刮水程控的开关一旦开启,就会完成一个搭铁回路从BCU到达单一的洗涤泵。搭铁回路显示了BCU所选定的洗涤/刮水程控功能及相应的刮水器的操作。同时此回路在完成搭铁的操作的过程中还将为洗涤泵提供能量。

3) 间歇式旋转开关通过BCU的开关来完成一个搭铁回路。此路径穿过开关内的电阻器,BCU根据开关位置的不同来测定电阻值。BCU将依据电阻值来选择确定间隔延时的长短。

659. 汽车中产生直流(DC)信号的装置有哪些?

在汽车中产生直流(DC)信号的装置有蓄电池、PCM(提供传感器参考电压)以及各种模拟传感器,如:发动机冷却液温度传感器、燃油温度传感器、进气温度传感器、节气门位置传感器、热线式空气流量计,节气门开关,以及进气压力传感器等。

660. 汽车中产生交流(AC)信号的装置有哪些?

在汽车中产生交流(AC)信号的装置有车速传感器(VSS)、防滑制动轮速传感器、磁电式曲轴位置(CKP)和凸轮轴位置(CMP)传感器、爆燃传感器(KS)。

661. 汽车中产生频率调制信号的装置有哪些?

在汽车中产生可变频率信号的装置有数字式空气流量计、进气压力传感器、光电式车速传感器(VSS)、霍尔式车速传感器(VSS)、光电式凸轮轴和曲轴位置(CKP)传感器、霍尔式凸轮轴位置(CAM)和曲轴位置(CKP)传感器。

662. 汽车中产生脉宽调制信号的装置有哪些?

在汽车中产生脉宽调制信号的电路或装置有初级点火线圈、电子点火正时电路、废气再循环控制(EGR)、净化控制、涡轮增压和其他控制电磁阀、喷油器、怠速控制电动机和电磁阀的电路。

663. 汽车中产生串行数据(多路)信号的装置有哪些?

如果汽车中具备有自诊断能力和其他串行数据传输能力的控制模块,则串行数据是由动力控制模块(PCM),车身控制模块(BCM)和防滑制动系统(ABS)或其控制模块产生的。

664. 什么是电压降?

1) 闭合电路中的部件或负荷工作时需消耗一定的电压。电压降说的就是负荷两端消耗的电压。只在有电流时才有电压降。

2) 电压降转换为热或运动。在简单的灯电路中,灯两端的电压降将灯点亮(电压转变为热)。如果还串有其他负荷或灯,各装置上的电压降是成比例的。

3) 电阻最大的负荷电压降最大,串联电路的总电压降等于电源电压。



4）有时电压降表示电路中出了故障。例如，导线或接插件锈蚀造成的电阻可能消耗原本给负荷用的电压。

5）最后一个负荷的接地侧的电压应该总是接近零（小于0.1V）。

665. 什么是对搭铁短路？

对搭铁短路是在电路的电源侧和搭铁侧之间出现了不需要的路径。发生这种情况时，由于电流总是要走阻力最小的路径，电流会绕过本应经过的负荷。

因为负荷电阻有限制电流的作用，跨过负荷的短路会造成很大的电流。

666. 什么是对电源短路？

电源短路（图4-28）也是电流有了不希望有的通路。有一条通路绕过开关直接加到负荷上。这样即使没有接通开关，灯泡也点亮。

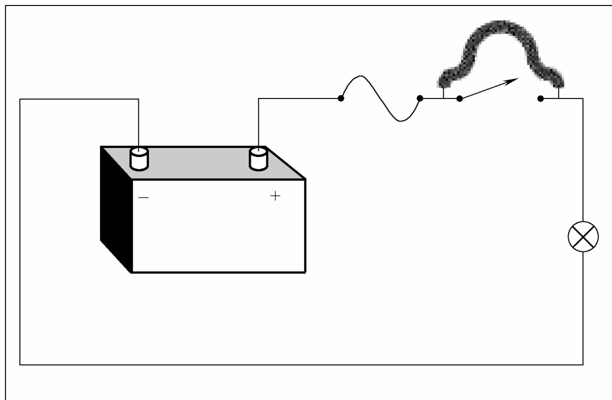


图4-28　对电源短路

667. 查阅电路图有什么要点？

阅读电路图要注意掌握3个要点：

1）掌握各种车型的电路图中图形意义、标注规则、符号含义和使用方法等，记不住不要紧，但要看着电路图能找到对应元件。

2）掌握一定的电气系统的工作原理，尤其是电气元件的电路输出和输入。

3）掌握承修车辆的电气布置情况。

668. 查阅电路图有什么技巧？

（1）一种车型　精心分析一种车型的典型电路，掌握各个系统之间的接线特点和规则，进而了解一个车系的电路特点。

（2）两路理顺　顺向：从用电设备找到蓄电池正极和搭铁，顺着电流流向从蓄电池正极出发到用电设备到搭铁；逆向：逆着电流方向从负极搭铁到用电器到蓄电池正极。

选择一种路径或者两种路径结合的方法去理顺，善于将一个复杂的系统回路简化，这样有利于快速理清电路结构。

669. 电路图有什么基本特点？

电路图通常可以看作3个部分来阅读处理，最上部、最下部和中部。

最上面的部分为中央配电盒电路，其中标明了熔丝的位置及容量、继电器位置编号及接线端子号等。中间部分是车上的电气元件及连线。最下面的横线是搭铁线，上面标有电路编号和搭铁点位置。搭铁线的标号是为了方便标明在一页画不完的连线的另一端在何处而标注的。

（1）电路图最上部（图4-29）　在大众车系电路图中，控制单元（J519）符号置于最上部。



图 4-29　电路图最上部

（2）电路图最下部（图 4-30）负极搭铁点位于最下部，用图中最下面一条导线表示。

（3）中间部分（图 4-31）大众车系电路图中，中间部分是车上的电气元件及连线。

图 4-30　电路图最下部

608—搭铁点（在排水槽中部）；45—搭铁点（在仪表板中部空调器右侧支架上）

670. 电流路径走向是怎样的？

电流方向基本上是从上到下，电流流向从电源正极→保护装置→开关→用电器→搭铁→电源负极，形成简明的完整回路（图 4-32）。

图 4-31　电路图中间部分

V147—驾驶人侧车窗升降器电动机　E39—后部车窗升降器锁止开关　E308 驾驶人侧车内联锁按钮

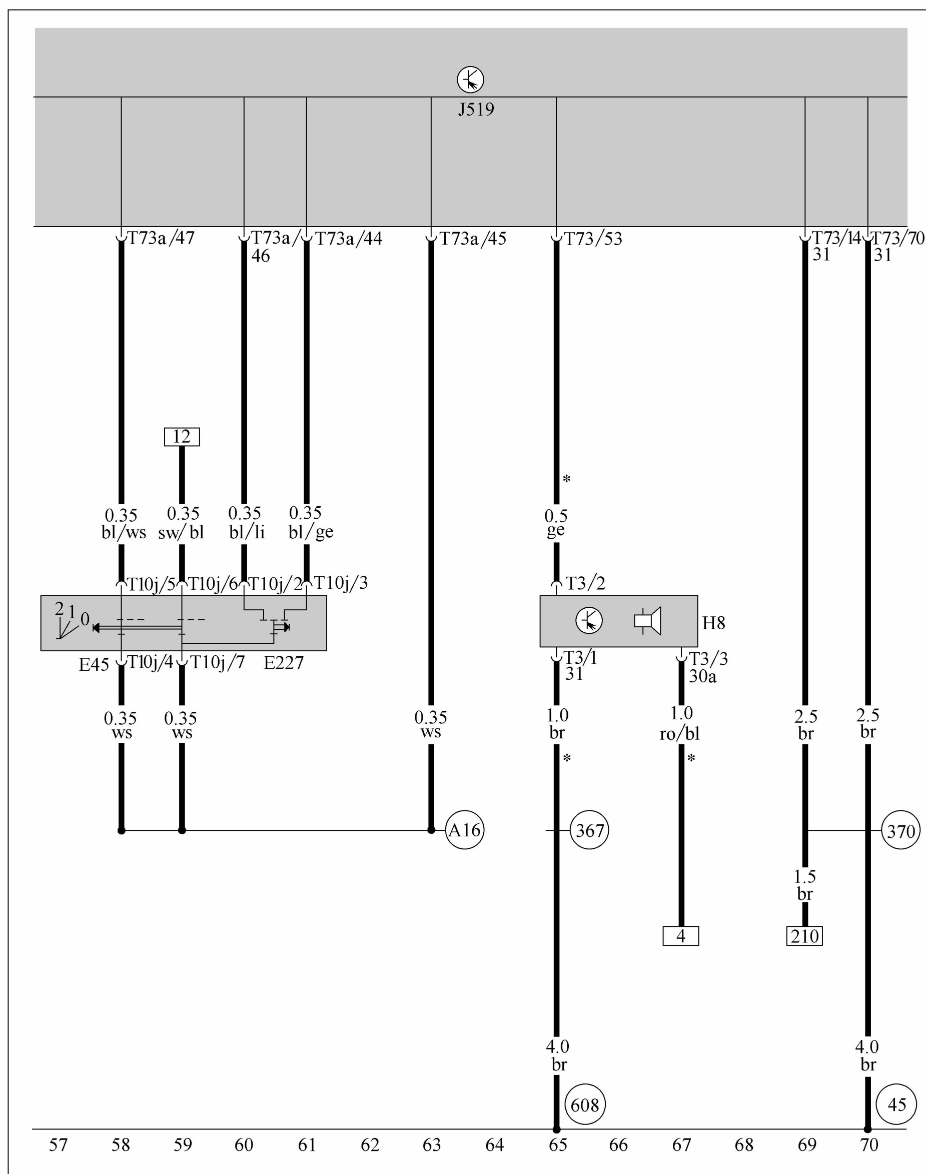


图 4-32 完整电路图

671. 电路图最上边的内部正负线路是什么?

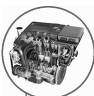
最上区域内部水平线为接电源正极的导线，有 30、15、X 等。电路中经常通电的线路使用代号 30，搭铁线的代号是 31，受控制的大容量用电设备的电源线代号是 X，受控制的小容量用电设备的电源线代号是 15。

672. 什么是所谓的常电源线?

常电源就是在蓄电池正常的情况下，均有规定电压的电源线，汽车维修中我们称之为“常电源线”。

673. 什么是条件电源?

条件电源就是在一定的条件下才有规定



电压的电源线，即 15 号线。点火开关置于 ON（接通）和 ST（起动）档时，30 号线经点火开关连接中央继电器盒内的 15 号线，也就是说打开钥匙门时会有电。

674. 什么是卸荷线？

电路中，卸荷线也就是 X 线，是大容量火线，雾灯、刮水器和风窗加热等用电取自 X 线，只有在点火开关位于 ON 档时 X 触点继电器 J59 才工作，30 号线经 X 触点继电器触点接通 X 线，而在点火开关位于 ST（起动）档起动发动机时 X 线自动断电，从而保证发动机能顺利起动。

675. 汽车电路接线有什么特点？

汽车线路一般采用单线制、用电设备并联、负极搭铁、线路用颜色不同的线和编号加以区分，并以点火开关为中心分成几条主干线。

（1）蓄电池正极线　从蓄电池引出直通熔断器盒，也有的从蓄电池正极线直接引到起动机正极接线柱上，再从熔断器盒引出较细的正极线到其他电路。

（2）点火、仪表和信息指示线　这些设备的线路必须经过汽车钥匙才能接通电路。

（3）专用线　无论发动机是否工作都需要接入的电器，如收放机点烟器等。

（4）起动控制线　起动机主电路的控制开关（触盘）常用磁力开关来通断。其接线方式有 3 种形式：小功率起动机磁力开关的吸引保持线圈由点火开关的起动档控制；大功率起动机的吸引保持线圈则由起动机继电器控制。装有自动变速器的轿车，为了保证空档起动，常将起动控制线串接在空档开关上。

（5）搭铁线　搭铁点分布在汽车全身，与不同金属相接。

676. 电源系统的接线有什么特点？

（1）发电机与蓄电池连接特点　发电机与蓄电池并联，蓄电池负极必须搭铁。蓄电池正极经电流表（或直接）接发电机正极，蓄电池静止电动势常在 11.5 ~ 13.5V，发电机输出电压常限定在 13.8 ~ 15V 之间。发电机工作时电压比蓄电池电压高 0.3 ~ 3.5V，这主要是为了克服线路压降，使蓄电池充电时既能充足，又不至于过度充电。

（2）发电机接线特点　国产硅整流发电机的接线柱旁均有标记或名称，“+”或“B+”为电枢接线柱，此接线柱应与蓄电池“+”极相连；“F”为磁场接线柱，它与调节器磁场接线柱相连；“E”为搭铁接线柱，应与调节器的搭铁接线柱相接。

（3）发电机调节器　外置调节器的交流发电机的磁场线圈搭铁方式由两种：一种是磁场线圈直接在发电机内部搭铁；另一种是磁场线圈不在发电机内部搭铁，而是通过调节器搭铁。

677. 起动系统的接线有什么特点？

（1）点火开关直接控制起动机的电路　点火开关在起动档直接控制起动机的吸拉保持线圈，用起动继电器触点作为开关。

（2）带起动保护的起动机控制电路

1）当点火开关在 0 档时，电路均断开。

2）点火开关在Ⅰ档时（未起动）的供电线路：发电机激磁→点火线圈→仪表→点亮指示灯。

3）点火开关在Ⅱ档时，除了接通上述电路，还要接通起动机继电器电路：蓄电池正极—点火开关—起动机继电器线圈—继电器常闭触点—搭铁—蓄电池负极—起动机驱动发动机。

4）发动机点火工作后，起动保护继电器常闭触点断开，切断充电指示灯搭铁电路，充电指示灯熄灭，表示发电机工作正常。

发动机点火工作后，同时也切断了起



动继电器线圈的搭铁电路，当发电机正常工作时，即使误将点火开关到起动档，起动机也不会与飞轮啮合，避免打坏飞轮齿圈与起动机，起到保护起动机的作用。

678. 照明系统的接线有什么特点？

1）灯光系统的电流一般来自蓄电池正极，不受点火开关控制，前照灯远光功率较大，常用灯光继电器来控制通断。超车灯信号常用短时接通按钮来控制远光灯亮灭来表示。现代汽车的照明系统常用组合开关集中控制。

2）前照灯又分为远光灯与近光灯，用变光开关控制。

3）照明灯由灯光开关控制，包括驻车灯、尾灯、仪表灯、牌照灯。

679. 仪表报警系统的接线有什么特点？

所有电气仪表都受点火开关控制。

1）仪表的表头与其传感器串联，燃油表、冷却液温度表一般还接有仪表稳压器。

2）指示灯、警告灯常与仪表装配在一个总成内或在附近布置，它们与仪表一同受点火开关的工作档（ON）和起动档（ST）控制。在ON档应能检验大多数仪表、指示灯、警告灯是否良好。

3）指示灯和警告灯电路接法

① 灯泡接点火开关火线，外接传感开关，开关接通则与搭铁构成通路，灯亮。如：充电指示灯、手制动指示灯、制动液面报警灯、门未关警告灯、机油压力警告灯、水位过低警告灯等。

② 指示灯搭铁，控制信号来自其他开关的火线端。如：远光指示灯、转向指示灯、座椅安全带未系指示灯、防抱死制动指示灯（ABS）、巡航控制指示灯等。

680. 迈腾轿车点火开关是怎样控制的？

例如迈腾轿车，将ID发生器（点火钥匙）插入到预锁位置。发动机运转，点火钥匙退回到15号线位置。关闭发动机→压下点火钥匙后将手放开，点火钥匙将被弹回到取出位置。

681. 迈腾轿车起动系统是怎么控制的？

例如新迈腾轿车，将ID发生器（点火钥匙）插到起动位置，车载电网控制单元接收到起动信号的同时确认离合器位置（手动变速器）、变速杆位置（自动变速器）、蓄电池电压等信号是否在相应位置，若在相应位置，车载电网控制单元控制J682（接线端50供电器）、J329（总线端15供电器）给起动机供电使起动机工作，从而起动发动机。

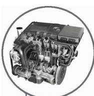
682. 迈腾轿车起动系统电路路径是怎样的？

如图4-33所示，以迈腾轿车起动系统电路为例进行分析：蓄电池→20→7→SB30→4→27→J329（总线端15供电继电器），在J519（车载电网控制单元）的控制下，使T2cq/2和T2cq/1（T2cq2芯黑色插头连接器）接通→J682（接线端50供电继电器），在J519（车载电网控制单元）的控制下，使2/30和8/87接通→起动机50号线（T1v1芯黑色插头连接器）→起动机吸合线圈→蓄电池的电压通过起动机30号线端子给起动机电枢供电→壳体搭铁→起动机工作→发动机起动。

683. 北京现代轿车起动系统电路路径是怎样的？

如图4-34所示，北京现代轿车充电系统电路分析：

（1）励磁线圈电路　蓄电池B+→点火开关→励磁电阻→发动机室接线盒JM09端



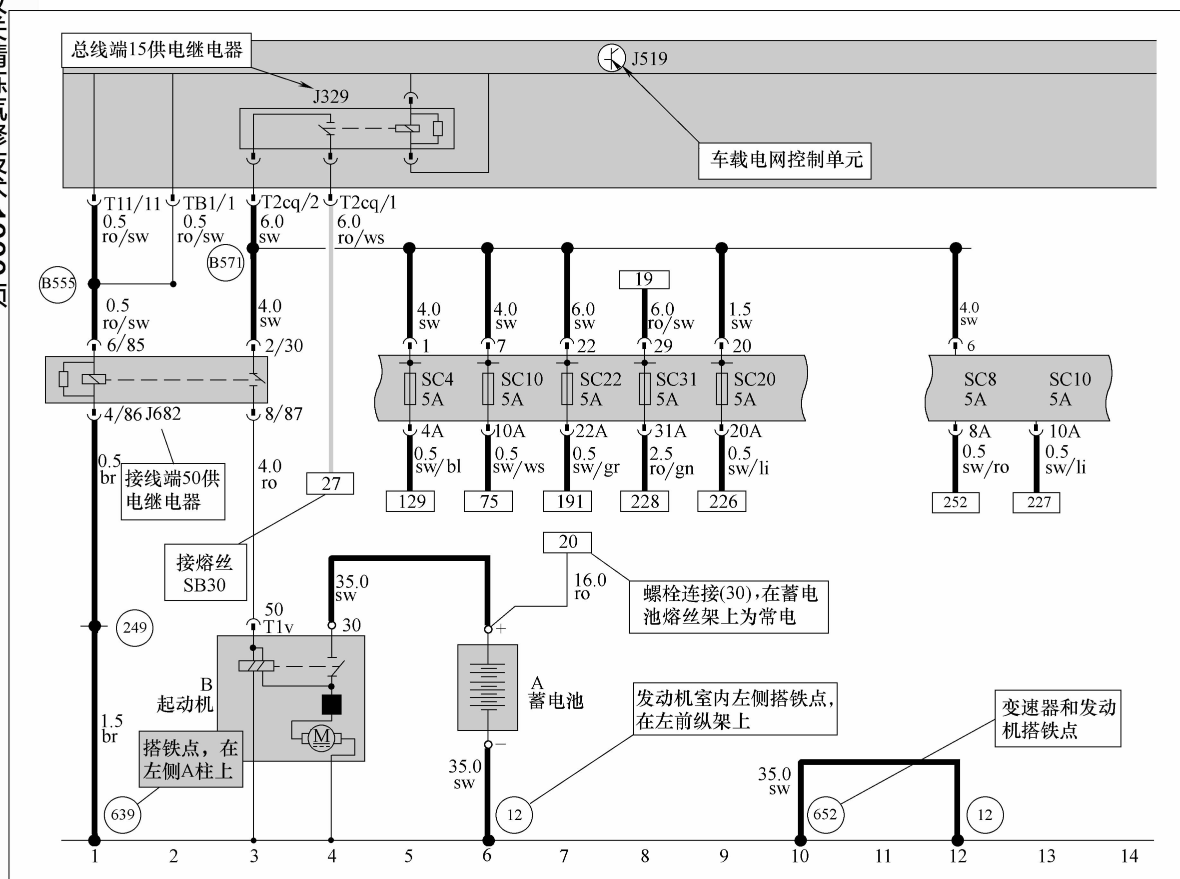


图 4-33　迈腾起动系统电路

子→发动机室接线盒连接器 JC02 的 C12 端子→发电机连接器 C91 上 2 号端子→励磁线圈→电压调节器 Trl→发电机搭铁。

（2）蓄电池充电电路　发电机蓄电池 B +→熔断器 1120A→蓄电池→蓄电池搭铁→发电机搭铁。

（3）发电机电压调节器电路

1）电压调节器电源电路：蓄电池正极→ECM 熔断器 10A→发动机室接线盒接器 JC02 的 C11 端子→发电机连接器 C91 上 1 号端子→电压调节器。

2）充电指示灯电路：蓄电池 B +→点火开关→前乘客席接线盒熔断器 18（10A）→插接器 122 端子 10→插接器 122 端子 9→插器 I/P-M 的端子 6→仪表灯充电指示灯→发动机室接线盒 JM09 端子→发动机室接线盒 C12 号端子→发电机插接器 C91 上 2 号端子→电压调节器→发电机搭铁。

684. 君威轿车风扇低速电路路径是怎样的？

（1）控制电路　动力系统控制模块（PCM）控制散热风扇低速运转时，其 C1 -6 脚为低电平，为继电器 12 线圈提供搭铁回路，控制电路如下：常电源→机罩下附件导线接线盒内 40A 熔丝 6→发动机舱盖下附件导线接线盒内继电器 12 线圈→发动机控制模块的 C1 -6 脚。当 C1 -6 脚输出低电平信号时，继电器 12 线圈得电，其触点闭合。

（2）主电路　常电源→发动机舱盖下附件导线接线盒内继电器 12 触点→发动机冷却液风扇电动机（左侧）→发动机舱盖下附件导线接线盒 A10 脚→继电器 9 常闭触点（30 -87A）→发动机舱盖下附件导线接线盒 F12 脚→发动

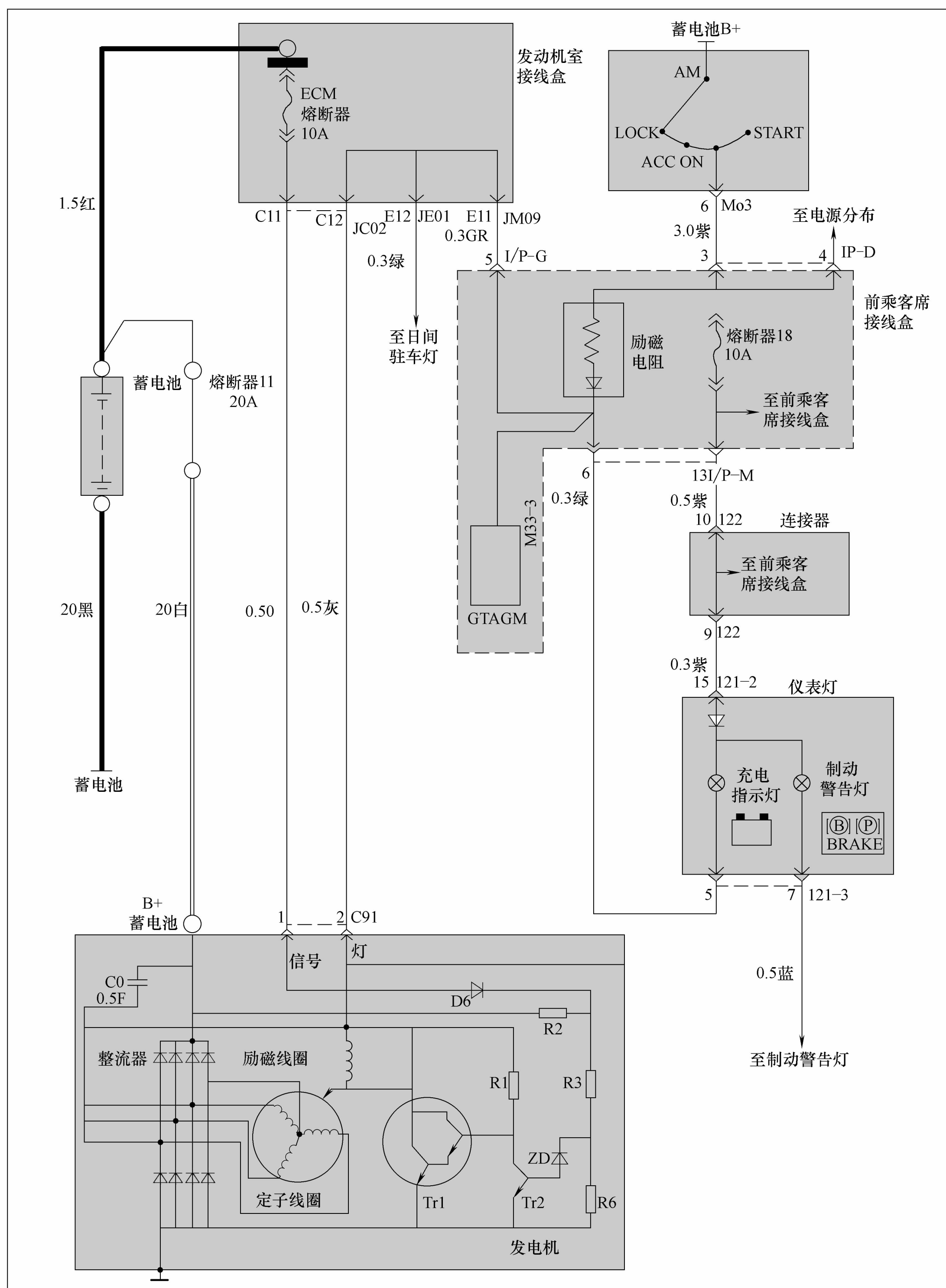


图 4-34 北京现代悦动汽车充电系统电路



机冷却液风扇电动机（右侧）→结点 S105→G117 搭铁。此时，左、右两个风扇串联，每个风扇的工作电压为供电电压的一半，两个风扇同时低速运转。控制电路如图 4-35 所示。

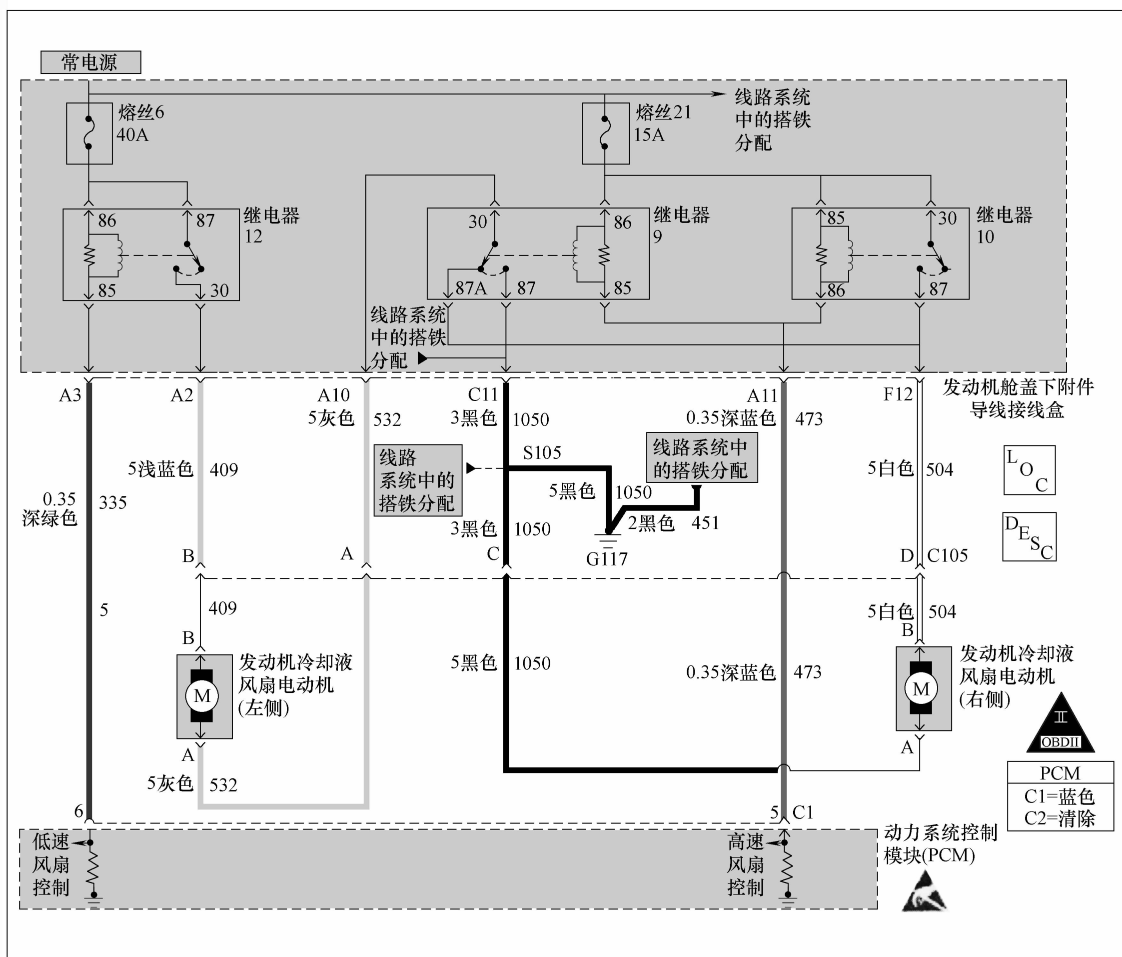


图 4-35　君威轿车冷却系统电路

685. 君威轿车风扇高速电路路径是怎样的？

控制电路如图 4-35 所示。动力系统控制模块（PCM）控制散热风扇高速运转时，其 C1－6 脚、C1－5 脚均为低电平，为继电器 9、10、12 线圈提供搭铁回路。

（1）左侧风扇电路

第一级控制电路：常电源→发动机舱盖下附件导线接线盒内 40A 熔丝 6→机罩下附件导线接线盒内继电器 12 线圈→发动机控制模块的 C1－6 脚。此时继电器 12 线圈得电，其触点闭合。

第二级控制电路：常电源→发动机舱盖下附件导线接线盒内 15A 熔丝 21→发动机舱盖下附件导线接线盒内继电器 9 线圈→发动机控制模块的 C1－5 脚。此时继电器 9 线圈得电，其常开触点闭合，常闭触点断开（即 30－87 接通，30－87A 断开）。

主电路：常电源→发动机舱盖下附件导线接线盒内继电器 12 触点→发动机冷却液风扇电动机（左侧）3→发动机舱盖下附件导线接线盒 A10 脚→继电器 9 常开触点（30－87）→发动机舱盖下附件导线接线盒 C11 脚→结点 S105→

G117 搭铁。此时左侧风扇运转。

（2）右侧风扇电路

控制电路：常电源→发动机舱盖下附件导线接线盒内 15A 熔丝 21→发动机舱盖下附件导线接线盒内继电器 10 线圈→发动机控制模块的 C1－5 脚。此时继电器 10 线圈得电，其触点闭合。

主电路：常电源→机罩下附件导线接线盒内继电器 10 触点→发动机冷却液风扇电动机（右侧）→结点 S105－G117 搭铁。此时，右侧风扇运转。

因左、右并联，每个风扇都有单独的搭铁通路，所以风扇高速运转。

686. 凯越轿车无雨量传感器的刮水系统是怎样控制的？

通过刮水器/洗涤器开关可以实现刮水器的高速、低速或间歇动作，刮水器除具有关闭和洗涤功能外，在刮水器/洗涤器开关关闭时，还可以实现刮水片的自动复位功能。通过间歇开关还可以实现刮水器动作时间间隔的调节。当风窗刮水系统处于工作状态，且自动空调系统处于自动控制时，自动空调系统能够自动切换至除雾模式。

687. 凯越轿车刮水器高速控制电路路径是怎样的？

刮水器的高速控制和电路走向：刮水器/洗涤器开关切换至高速位置时，即可实现刮水器的高速动作。

刮水器的高速控制电路：15 号线→插接器 C201 的 30 号端子→熔丝 F16→插接器 C201 的 1 号端子→刮水器/洗涤器开关的 A8 号端子→刮水器/洗涤器开关的 A9 号端子→插接器 C202 的 67 号端子→刮水器电动机的 5 号端子→刮水器电动机→刮水器电动机的 3 号端子→搭铁点 G303。凯越轿车刮水器系统控制电路如图 4-36 所示。

688. 凯越轿车刮水器低速控制电路路径是怎样的？

凯越轿车刮水器系统控制电路如图 4-36 所示。刮水器的低速控制和电路走向如下：

刮水器/洗涤器开关切换至低速位置时，即可实现刮水器的低速动作。

刮水器的低速控制电路：15 号线→插接器 C201 的 30 号端子→熔丝 F16→插接器 C201 的 1 号端子→刮水器/洗涤器开关的 A8 号端子→刮水器/洗涤器开关的 A5 号端子→插接器 C202 的 65 号端子→刮水器电动机的 1 号端子→刮水器电动机→刮水器电动机的 3 号端子→搭铁点 G03。

689. 凯越轿车刮水器间歇动作控制电路路径是怎样的？

凯越轿车刮水器系统控制电路如图 4-36 所示。刮水器的间歇动作控制和电路走向如下：

刮水器/洗涤器开关切换至间歇位置时，即可实现刮水器的间歇动作。

刮水器的间歇动作控制电路：15 号线→插接器 C201 的 30 号端子→熔丝 F16→插接器 C201 的 1 号端子→刮水器/洗涤器开关的 A8 号端子→刮水器/洗涤器开关的 A7 号端子→刮水器/洗涤器开关的 B1 号端子→间歇开关→刮水器/洗涤器开关的 B2 号端子→插接器 C202 的 8 号端子—刮水器电动机的 2 号端子→间歇控制器→刮水器电动机的 3 号端子→搭铁点 G303。

间歇控制器通电动作，使刮水器电动机内的开关Ⅰ从位置 1 切换至位置 2，刮水器电动机开始间歇动作。

其控制电路：15 号线→插接器 C201 的 30 号端子→熔丝 F16→插接器 C201 的 40 号端子→插接器 C202 的 47 号端子→刮水器电动机的 8 号端子→开关Ⅰ的 2 号端子→刮水器电动机的 6 号端子→插接器 C202 的 23 号端子→刮水器/洗涤器开关的 A6 号端子→刮水



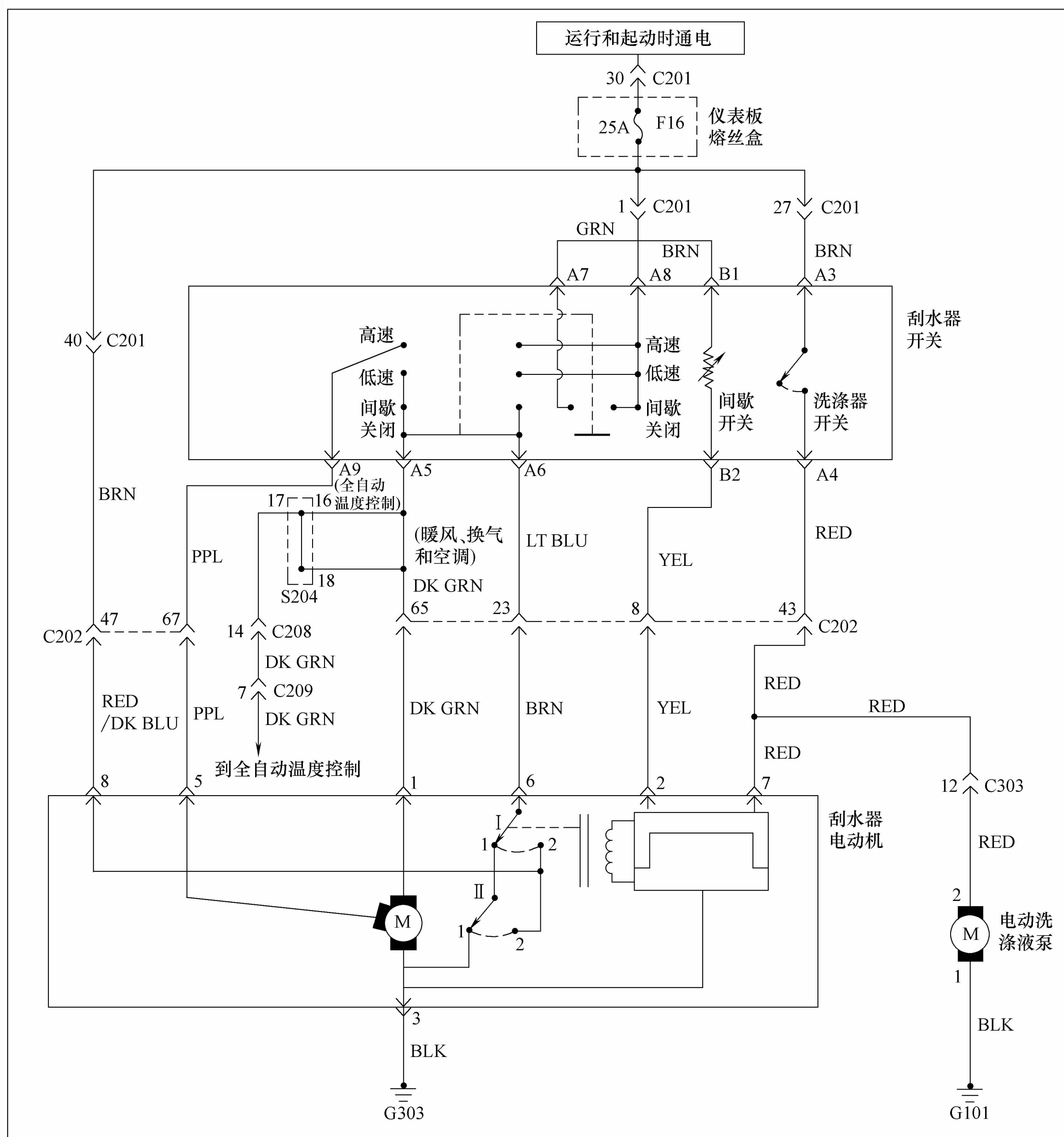


图 4-36 无雨量传感器的风窗刮水系统及洗涤系统控制电路

器/洗涤器开关的 A5 号端子→插接器 C202 的 65 号端子→刮水器电动机的 1 号端子→刮水器电动机→刮水器电动机的 3 号端子→搭铁点 G03。

当改变间歇开关的电阻时，间歇控制器可以改变刮水器动作的时间间隔。

690. 凯越轿车刮水片自动复位的控制电路路径是怎样的?

凯越轿车刮水器系统控制电路如图 4-36 所示。刮水片自动复位的控制和电路走向如下：

刮水器/洗涤器开关切换至关闭位置时，如果刮水片没有复位，则刮水器电动机内的开关Ⅱ从位置 1 切换至位置 2。刮水器电动机将继续动作，直至刮水片复位。

此时刮水器电动机的控制电路：15 号线→插接器 C201 的 30 号端子→熔丝 F16→插接器 0201 的 40 号端子→插接器



0202 的 47 号端子→刮水器电动机的 8 号端子→开关Ⅱ的 2 号端子→开关Ⅰ的 1 号端子→刮水器电动机的 6 号端子→插接器 C202 的 23 号端子→刮水器/洗涤器开关的 A6 号端子→刮水器/洗涤器开关的 A5 号端子→插接器 C202 的 65 号端子→刮水器电动机的 1 号端子→刮水器电动机→刮水器电动机的 3 号端子→搭铁点 G303。

691. 凯越轿车电动洗涤液泵的控制电路路径是怎样的？

电动洗涤液泵的控制和电路走向如下：

刮水器/洗涤器开关切换至洗涤位置时，电动洗涤液泵动作，同时刮水器动作。

电动洗涤液泵的控制电路：15 号线→插接器 C201 的 30 号端子→熔丝 F16→插接器 C201 的 27 号端子→刮水器/洗涤器开关的 A3 号端子→刮水器/洗涤器开关的 A4 号端子→插接器 C202 的 43 号端子→连接器 C303 的 12 号端子→电动洗涤液泵→搭铁点 G101。

电动洗涤液泵动作的同时，刮水器电动机内的间歇控制器通电动作。

692. 凯越轿车自动空调除雾模式的控制电路路径是怎样的？

凯越轿车刮水器系统控制电路如图 4-36 所示。自动空调除雾模式的控制和电路走向如下：

当自动空调系统处于“AUTO”模式，且自动空调系统控制器接收到刮水信号 1min 后，自动空调系统控制器即自动切换至除雾模式（空调压缩机工作，空气循环处于外循环状态）。

此时刮水信号电路为：15 号线→插接器 C201 的 30 号端子→熔丝 F16→插接器 C201 的 40 号端子→插接器 C202 的 47 号端子→刮水电动机的 8 号端子→开关Ⅱ的 2 号端子→开关Ⅰ的 1 号端子→刮水电动机的 6 号端子→插接器 C202 的 23 号端子一刮水器/洗涤器开关的 A6 号端子→刮水器/洗涤器开关的 A5 号端子→插接器 C208 的 14 号端子→插接器 C209 的 7 号端子一自动空调系统控制面板的 B7 号端子。

由于刮水器的动作，使开关Ⅱ有规律地在位置 1 与 2 之间切换。刮水信号电压也在 0～12V 之间有规律地变化。在刮水器停止动作 20s 后，自动空调系统回到原来状态。

693. 怎么检修刮水器系统不工作故障？

1）熔丝 F16 是否熔断。

2）刮水器/洗涤器开关的 A8 号端子与电源间的电路是否有故障。检查方法：用一端搭铁良好的测试灯，另一端接到刮水器/洗涤器开关的 A8 号端子，点火开关转至接通位置时，测试灯若不亮，则此电路有故障（包括断路、电路中电阻过大、接触不良或对搭铁短路）。

3）刮水器/洗涤器开关是否有故障。检查方法：把刮水器/洗涤器开关置于高速位置，用一端搭铁良好的测试灯，另一端接到刮水器/洗涤器开关 A9 号端子，点火开关转至接通位置时，测试灯若不亮，则刮水器/洗涤器开关有故障。

4）刮水器电动机是否有故障。检查方法：脱开刮水器电动机导线侧连接器，将测试灯一端接到刮水器电动机导线侧连接器的 5 号端子，另一端接到刮水器电动机导线侧连接器的 3 号端子。把点火开关转至接通位置时，若测试灯亮，则刮水器电动机有故障。

5）刮水器电动机的 3 号端子与搭铁间电路是否有故障。检查方法：断开刮水器电动机导线侧连接器，用一端接蓄电池正极的测试灯，另一端接到刮水器电动机导线侧连接器的 3 号端子，若测试灯不亮，则此电路有故障。

694. 怎么检修刮水器系统无高速档故障？

1）刮水器/洗涤器开关的 A9 号端子与

刮水器电动机的5号端子之间电路是否有故障。

2）检查方法：用一端搭铁良好的测试灯，另一端接至刮水器电动机的5号端子。当点火开关接通，且把刮水器/洗涤器开关置于高速位置时，如果测试灯不亮，则检查断路、电路中电阻过大、接触不良或对搭铁短路。

695. 怎么检修刮水器系统无低速档故障？

1）刮水器/洗涤器开关是否有故障。检查方法：用一端搭铁良好的测试灯，另一端接至刮水器/洗涤器开关的A5号端子，当点火开关接通时，若测试灯不亮，则刮水器/洗涤器开关有故障。

2）刮水器/洗涤器开关的A5号端子与刮水器电动机的1号端子之间电路是否有故障。检查方法：用一端搭铁良好的测试灯，另一端接至刮水器电动机的1号端子，当点火开关接通，且刮水器/洗涤器开关置于低速位置时，若测试灯不亮，则此电路有故障（包括断路、电路中电阻过大、接触不良或对搭铁短路）。

3）刮水器电动机是否有故障。检查方法：断开刮水器电动机导线侧连接器，将测试灯一端接到刮水器电动机导线侧连接器的1号端子，另一端接到刮水器电动机导线侧连接器的3号端子。点火开关转至接通位置时，若测试灯亮，则刮水器电动机有故障。

696. 怎么检修刮水器系统无间歇档故障？

1）刮水器/洗涤器开关是否有故障。

2）刮水器/洗涤器开关的A7号端子与B1号（B2号）端子间电路是否有故障。

3）刮水器/洗涤器开关的B2号（B1号）端子与刮水器电动机的2号端子间电路是否有故障。

4）熔丝F16与刮水器电动机8号端子间电路是否有故障。

5）刮水器电动机是否有故障。

697. 怎样检查和测量起动机励磁绕组？

励磁绕组也就是磁场线圈或者磁场绕组，也叫定子绕组，能够产生磁场。

励磁绕组的常见故障有接头脱焊、断路或搭铁。用万用表测量励磁绕组是否导通，如果导通则说明线圈没断路。

（1）磁场绕组断路检测　用万用表测量磁场绕组的正极端与电刷之间的电阻，应为0。否则，说明磁场绕组断路，只能更换。

（2）磁场绕组对壳体短路的检测　用万用表检查磁场绕组的正极端与定子壳体之间的电阻，应为∞。否则，表示磁场绕组与壳体短路，只能更换。

698. 怎样检查和测量起动机电刷与电刷架？

检查电刷的高度，一般不应低于标准的2/3，电刷的接触面积不应小于75%，例如，轩逸轿车电刷磨损长度为10.5mm。并且电刷在电刷架内无卡滞现象。用万用表测量同名电刷应导通，正电刷与电刷架无导通，负电刷与电刷架应导通，电刷弹簧应无拆断、变软现象，否则应更换。

699. 怎样检查和测量起动机单向离合器？

单向离合器切断与发动机旋转运动间的联系，从而保护电动机由于发动机高速运动而造成的毁坏。

检查其单向性，一方向可以转动，另一方向用25N力检查其是否可以转动，如果无法转动，则单向离合器良好。如果在两个方向上都可锁止或转动，或者有明显的异常阻力，应更换。检查齿轮是否掉齿或磨损，否则应更换。检查小齿轮齿形，如果轮齿磨损或损坏，需更换小齿轮。



700. 怎样识别起动机接线柱？

（1）3个接线柱 电磁开关绝缘盖上有3个接线柱，分别是B（或30）接线柱、M（或C）接线柱和S（或50）起动接线柱。

（2）4个接线柱 有的电磁开关绝缘盖上有4个接线柱，分别是B接线柱、M接线柱、S起动接线柱和R点火接线柱。

接线柱B和接线柱M通常是8mm或10mm粗铜质螺栓，有接线片的为接线柱M，是串励电动机励磁绕组供电端接线柱；剩下的一根是接线柱B，为蓄电池的火线接线柱。起动接线柱S和点火接线柱R通常是4mm或5mm粗铁质螺栓，有接线片的是起动接线柱S，上面的电线通往起动继电器；剩下的一个接线柱是点火接线柱R，上面接的电线通往点火线圈的附加电阻。电磁开关的外壳也是一个无形的接线柱31，即搭铁。

701. 怎样检查和排除捷达轿车起动机不转动故障？

（1）故障信息 某捷达轿车，在起动发动机时，起动机不转。

（2）故障检查 检查发现，起动机不转且听不到起动锁止和倒车灯继电器锁止继电器（J226）吸合的声音。起动前，检测J226的端子7，搭铁正常；端子2有12V电压，正常。起动时，检测J226的端子6，有12V电压，正常；端子8为0V，不正常。这说明起动锁止继电器确实没有吸合。

（3）故障点确定 J226不吸合的原因有两个：一是J226的端子1、端子3或端子9没有接收到正确的档位识别信号，但在本案例中，档位识别相符，说明这点可以排除。那么只有J226已损坏导致的起动机不转动。

702. 怎样检查和排除迈腾LST轿车起动机不转动故障？

（1）故障信息 某2009年产迈腾1.8T自动变速器轿车，起动机有时无法工作。

（2）检查分析 根据电路图如图4-37所示，直接短接J682的端子30和端子87，此时起动机能正常运转；在起动机正常工作时，测量J682的端子85与搭铁间的电压为0V，而正常应为12V，检查了J682的端子85与J519的端子T11/11之间的线路正常，检查J682的端子86的搭铁情况，也正常。

经过上述检查后分析，利用排除法，可排除起动机及起动继电器之间线路存在故障的可能性。

连接VAS5052，读取故障码，故障信息显示为“发动机转速传感器不可靠信号”，同时发现发动机转速表不规则摆动。断开点火开关，断开发动机转速传感器的导线插接器，再接通点火开关，故障现象依旧。由此可见，故障并不是发动机转速传感器造成的，排除控制单元故障，那么问题应该还是出在线路上。

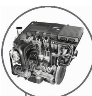
发动机转速传感器信号线与其他传感器的线路存在短路。经分析，判断为发动机转速传感器信号线与G188的信号线短路，拆检线束后发现2根线束的绝缘已经被磨破。

（3）故障排除 按要求对线束进行处理后试车，故障没有再出现，至此故障彻底排除。

703. 直流电输出是怎么形成的？

1）交流发电机分为定子绕组和转子绕组两部分，三相定子绕组按照彼此相差120°电角度分布在壳体上，转子绕组由两块极爪组成。当转子绕组接通直流电时即被励磁，两块极爪形成N极和S极。磁力线由N极出发，透过空气间隙进入定子铁心再回到相邻的S极。转子一旦旋转，转子绕组就会切割磁力线，在定子绕组中产生互差120°电度角的正弦电动势，即三相交流电，再经由二极管组成的整流元件变为直流电输出。

2）当开关闭合后，首先由蓄电池提供电流。电路：蓄电池正极→充电指示灯→调节器触点→励磁绕阻→搭铁→蓄电池负极。



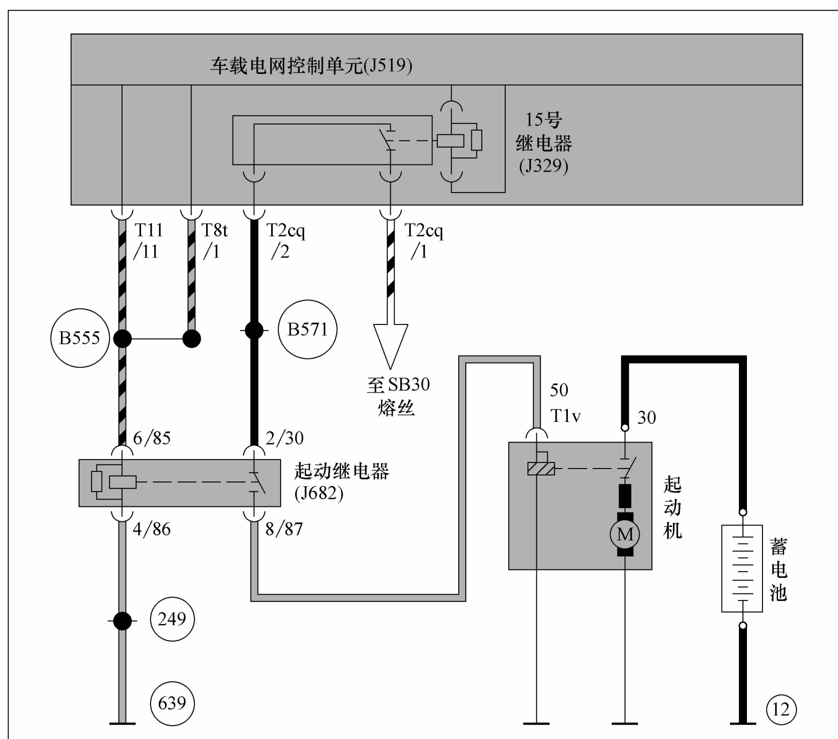


图 4-37　迈腾 LST 轿车起动机电路

此时，充电指示灯由于有电流通过，所以灯会亮。

3）发动机起动后，随着发电机转速提高，发电机的端电压也不断升高。当发电机的输出电压与蓄电池电压相等时，发电机“B”端和“D”端的电位相等，此时，充电指示灯由于两端电位差为零而熄灭。指示发电机已经正常工作，励磁电流由发电机自己供给。发电机中三相绕阻所产生的三相交流电动势经二极管整流后，输出直流电，向负载供电，并向蓄电池充电。

704. 怎样识别发电机接线柱？

（1）电枢接线柱　电枢接线柱是在交流发电机上的比较粗的接线柱，一般直径在 6mm。

（2）磁场接线柱和中性点接线柱　发电机上有两个较细（一般直径在 3mm）的接线柱，其中的一个螺钉根部与外壳直接接触或用导电铜片相接的为搭铁接线柱，另一个与之相邻的细接线柱则为磁场接线柱；还有一个独立的接线柱为中性点接线柱。

（3）万用表测量识别　测量前先将交流发电机各接线柱上的导线拆下，把万用表置于“R×10”或“R×100”档，然后把一支表棒接交流发电机外壳，另一支表棒先后接电刷架上的两个细接线柱，显示电阻值为 0 的为搭铁接线柱，有电阻显示的则为磁场接线柱。电枢接线柱对搭铁电阻值大，中性点接线柱对搭铁电阻值小。

705. 怎样检测交流发电机定子？

（1）定子绕组断路的检测　用万用表 R×1 档检测定子绕组 3 个接线端，两两相测，应有较小的电阻值，如果阻值为∞，说明绕组断路。如果不能修复，应更换定子绕组或定子总成。

（2）定子绕组搭铁检测　用万用表电阻最大档检测定子绕组接线端与定子铁心间的



电阻，应为∞，否则说明搭铁有故障。实际维修中应更换定子总成，不建议只更换绕组。

706. 怎样检测集成电路电压调节器？

以丰田某车型（图 4-38）为例，如果检测结果不符合下述要求，可以判断电压调节器已损坏。

1）检查时，在电压调节器 B、S 与 E 端子间各接一只 0～16V 的可调直流电源，B 与 F 端子间接一只 12V 4W 的仪表灯泡（代替充电指示灯），并在 IG 与 B 端子间接 1 只开关 K_1。开关 K_1 闭合时，试灯 1、2 应点亮。

2）P 与 E 端子之间接一只 6V 蓄电池和一只开关 K_2，当开关 K_2 闭合时试灯 2 应熄灭，当开关 K_2 断开时试灯 2 应点亮。

3）调节可调直流电源 1，当电压升高到 15.5V 以上时试灯 2 应熄灭，当电压下降到 13.5V 以下时试灯 2 应点亮。

4）调节可调直流电源 2，当电压下降到 13.5V 以下时试灯 1 应点亮。

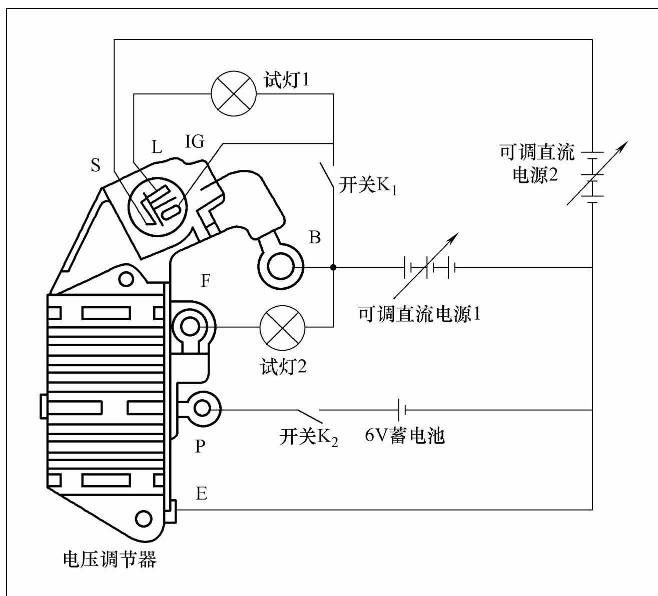


图 4-38　丰田某车型集成电路电压调节器检测接线图

707. 怎么判断充电系统异常？

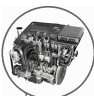
工况正常的发电，在打开点火开关时发电机指示灯应亮，在发动机起动后熄灭。如果在发动机运转时充电指示灯亮，说明充电系统有故障。蓄电池的电压在 13.8V 左右。

如果存在发电机指示灯工作闪烁或者不亮等异常情况、蓄电池电压低于 12.8 V 或者更低、高于 14.5V，就必须对充电系统进行检查。

708. 怎么检查充电系统？

1）检查发电机的传动带和导线连接状况。如果传动带存在老化、表面炭化、松迟等情况，就会造成传动带打滑、发出尖叫声，使发电机丢转。如果轴承损坏，会使发电机丢转、产生运转噪声，严重时会使转子与定子发生接触摩擦，造成发电机严重发热，导致充电系统故障。

2）打开点火开关，不起动发动机，如果充电指示灯不亮，拔下发电机的线束插头，用试灯一端搭铁，另一端测量发电机“L”端时，如果这时能够使充电指示灯亮，可以判断发电机有故障。如果灯仍旧不亮，证明充电指示灯线路有断路或指示灯泡损坏。应按照充电系统的电路图检查充电指示灯线路以及检查仪表板内的充电指示



灯泡。

3）打开点火开关，不起动发动机，在充电指示灯亮时，拔下发电机的线束插头，充电指示灯应熄灭，测量插头的“L”端的电压应为蓄电池电压。如果不熄灭，可以判断是充电指示灯线路有搭铁故障。应按照充电系统的电路图检查充电指示灯线路，排除线路搭铁故障。

4）在充电指示灯能够亮的情况下，起动发动机中速运行，充电指示灯应熄灭。如果不能熄灭，而拔下发电机插头后灯才熄灭，可以判断发动机有故障，检修或更换发电机。

5）在关闭点火开关时，检查并记录蓄电池电压。然后连接发电机插头，中速运行发动机，测量电压应高于起动前的电压，应在13.8V左右。如果所测电压低于起动前的电压或高于14.5V，可以判断发电机故障。

6）测量发电机壳体与蓄电池负极之间的电压不应超过0.5V。如果超过0.5V，应检查蓄电池负极与发动机搭铁线路，确保可靠连接，清除接触点的电阻，紧固所有接头。

7）测量蓄电池正极与发电机输出端的电压也不应超过0.5V。如果超过0.5V，应检查蓄电池正极与发电机输出端之间的线路，确保可靠连接，清除接触点的电阻，紧固所有接头。

709. 维护前照灯需要注意哪些事项?

1）安装前照灯时，应根据标志安装，不得倾斜和倒置，以免影响灯光照射角度。

2）前照灯配光镜应保持清洁，若有污垢应及时擦洗干净。

3）对半封闭式前照灯，应注意保持反射镜的清洁。若有灰尘，应用压缩空气吹净；若有脏污，对于镀铬和镀铝的反射镜可用清洁的棉纱沾上乙醇由内向外呈螺旋状擦拭干净。

4）半封闭式前照灯更换灯泡时，注意不要让湿气及灰尘等进入，并保持良好的密封性。

5）换用全封闭型前照灯，必须注意搭铁极性。通过灯罩可看到，两根灯丝共同连接的灯脚为搭铁电极，较粗的灯丝为远光灯丝，较细的为近光灯丝。如果装错，会导致前照灯不能正常发光。

6）更换灯泡时，应在前照灯电路断路时进行，要带上干净的手套，不要用手直接接触灯泡壳。普通充气气泡不应与卤灯泡互换。

如果觉得灯光的投射角度没问题，但照明效果仍然不好，那就要换灯泡了。汽车前照灯的灯泡有白炽灯和卤素灯两种，其中卤素灯的通电效率更高，使用寿命也长。选购灯泡时，要留意新灯泡和原装灯泡的功率要安全一致。

710. 远光是怎么控制的?

前照灯远光继电器始终由蓄电池电压供电。按下转向信号/多功能开关，使转向信号/多功能开关信号电路搭铁。车身控制模块（BCM）通过向前照灯远光继电器控制电路提供搭铁，使前照灯远光继电器通电。当前照灯远光继电器通电时，继电器开关触点闭合，蓄电池电压通过远光灯熔丝供至远光灯电源电压电路，从而点亮远光灯。

711. 怎样检修远光控制电路故障?

使用故障诊断仪，指令远光灯点亮和熄灭。在指令状态之间切换时，测试灯应点亮和熄灭。

如果测试灯始终点亮，测试控制电路是否对搭铁短路。如果电路测试正常，则更换车身控制模块。

如果测试灯始终熄灭，则测试控制电路是否对电压短路或开路/电阻过大。如果电路测试正常，则更换车身控制模块。



712. 驻车灯是怎么控制的？

车身控制模块通过向驻车灯控制电路提供电压，使驻车灯通电。当驻车灯控制电路通电时，驻车灯点亮。

713. 怎样检修驻车灯控制电路故障？

使用故障诊断仪，指令相应尾灯点亮和熄灭以进行测试。在指令状态之间切换时，测试灯应点亮和熄灭。

如果测试灯始终点亮，测试控制电路是否对电压短路。如果电路测试正常，则更换车身控制模块。

如果测试灯始终熄灭，则测试控制电路是否对搭铁短路或开路/电阻过大。如果电路测试正常，则更换车身控制模块。

如果所有电路测试正常，则更换相应的不工作尾灯。

714. 乘客舱变光电路是怎么控制的？

车身控制模块通过仪表板组合仪表变光参考电压电路向仪表灯变光器开关提供一个参考电压，仪表板组合仪表灯变光器开关是前照灯开关的一部分。当变光器开关置于期望的亮度位置时，参考电压通过变光器开关可变电阻器和仪表板组合仪表灯变光器开关信号电路施加至车身控制模块。车身控制模块解释该电压信号，然后通过仪表板灯控制电路、背景灯控制电路和发光二极管变光控制电路，施加一个脉宽调制（PWM）电压，以点亮发光二极管、仪表板组合仪表灯和部件。

715. 怎样检修乘客舱变光控制电路故障？

1）将点火开关置于OFF位置，断开相应的不工作背景灯部件的线束插接器。

2）测试相应部件的黑色导线和搭铁之间的电阻是否小于5Ω。

如果大于规定范围，测试搭铁电路是否开路/电阻过大。

3）在相应部件的控制电路和搭铁之间连接一个测试灯。

4）用故障诊断仪指令发光二极管背景灯变光测试启用/停止。

5）如果所有电路测试正常，则测试或更换相应的不工作背景灯部件。

如果测试灯始终点亮，测试控制电路是否对电压短路。如果电路测试正常，则更换车身控制模块。

如果测试灯始终熄灭，测试控制电路是否开路/电阻过大或对搭铁短路。如果电路测试正常，则更换车身控制模块。

716. 前雾灯电路是怎么控制的？

前雾灯继电器始终由蓄电池电压供电。通过按下前雾灯开关，使前雾灯开关信号电路通过电阻器瞬时搭铁。车身控制模块通过向前雾灯继电器控制电路提供搭铁，使前雾灯继电器通电。当前雾灯继电器通电时，继电器开关触点闭合，蓄电池电压通过前雾灯熔丝提供至前雾灯电源电压电路，从而点亮前雾灯。

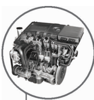
717. 怎样检修前雾灯控制电路故障？

测试车身控制模块12V参考电压电路线束插接器相关的两个端子和车身控制模块信号电路线束插接器相关的两个端子之间的电阻是否为2.5～3.0KΩ。

如果不在规定范围内，则测试12V参考电压电路和信号电路是否开路/电阻过大。如果电路测试正常，则更换前照灯开关。如果所有电路测试正常，则更换车身控制模块。

718. 制动灯电路是怎么控制的？

制动踏板位置传感器用于感测驾驶人操作制动踏板的动作。制动踏板位置传感器向车身控制模块提供一个模拟电压信号。车身控制模块将向左、右和中央停车灯控制电路



提供蓄电池电压。

719. 怎样检修制动灯控制电路故障?

1）将点火开关置于OFF位置，断开左侧尾灯/制动灯及右侧尾灯/制动灯上相应的线束插接器。

2）测试左侧尾灯/制动灯线束插接器相应端子及右侧尾灯/制动灯线束插接器相应端子相应的搭铁电路线束插接器端子和搭铁之间的电阻是否小于5Ω。

如果大于规定值，测试相应的搭铁电路是否开路/电阻过大。

3）在左侧尾灯/制动灯线束插接器相应端子及右侧尾灯/制动灯线束插接器相应端子相应的控制电路线束插接器端子和搭铁之间连接一个测试灯。

4）使用故障诊断仪，指令制动灯测试。在指令状态之间切换时，测试灯应点亮和熄灭。

如果测试灯始终点亮，则测试相应的控制电路是否对电压短路。如果电路测试正常，则更换车身控制模块。

如果测试灯始终熄灭，测试相应的控制电路是否对搭铁短路或开路/电阻过大。如果电路测试正常，则更换车身控制模块。

720. 牌照灯电路是怎么控制的?

始终向前照灯开关提供搭铁。当前照灯开关置于驻车灯或近光位置时，通过牌照灯信号电路向车身控制模块提供搭铁。车身控制模块通过向牌照灯控制电路提供蓄电池电压做出反应，左侧和右侧牌照灯通电。

将点火开关置于ON位置，执行牌照灯测试。牌照灯应点亮/熄灭。

721. 怎样检修牌照灯控制电路故障?

1）将点火开关置于OFF位置，断开牌照灯的线束插接器。

2）测试牌照灯搭铁电路线束插接器相关端子和搭铁之间的电阻是否小于5Ω。

如果大于规定值，测试搭铁电路是否开路/电阻过大。

3）在牌照灯控制电路线束插接器相关端子和搭铁之间连接一个测试灯。

4）使用故障诊断仪，指令牌照灯测试。在指令状态之间切换时，测试灯应点亮和熄灭。

如果测试灯始终点亮，测试控制电路是否对电压短路。如果电路测试正常，则更换车身控制模块。

如果测试灯始终熄灭，则测试控制电路是否对搭铁短路或开路/电阻过大。如果电路测试正常，则更换车身控制模块。

5）如果所有电路测试都正常，则测试或更换牌照灯。

722. 中央高位制动灯电路是怎么控制的?

制动踏板位置传感器用于感测驾驶人操作制动踏板的动作。制动踏板位置传感器向车身控制模块提供一个模拟电压信号。车身控制模块将向左、右和中央制动灯控制电路提供蓄电池电压。将点火开关置于ON位置，执行牌照灯测试。牌照灯应点亮/熄灭。

723. 怎样检修中央高位制动灯控制电路故障?

1）将点火开关置于OFF位置，断开中央高位制动灯的线束插接器。

2）测试中央高位制动灯搭铁电路线束插接器端子B和搭铁之间的电阻是否小于5Ω。

如果大于规定值，测试搭铁电路是否开路/电阻过大。

3）在中央高位制动灯控制电路线束插接器相关端子和搭铁之间连接一个测试灯。

4）使用故障诊断仪，指令中央制动灯测试。在指令状态之间切换时，测试灯应点亮和熄灭。

如果测试灯始终点亮，测试控制电路是



否对电压短路。如果电路测试正常，则更换车身控制模块。

如果测试灯始终熄灭，则测试控制电路是否对搭铁短路或开路/电阻过大。如果电路测试正常，则更换车身控制模块。

5）如果所有电路测试都正常，则更换中央高位制动灯。

724. 前转向信号电路是怎么控制的?

始终向转向信号/多功能开关提供搭铁。当转向信号/多功能开关置于“右转”或“左转”位置时，通过右转或左转信号开关信号电路向车身控制模块提供搭铁。随后，车身控制模块通过相应的电源电压电路向前转向/侧转向和后转向信号灯提供电压。将点火开关置于 ON 位置，执行中央制动灯测试。中央制动灯应点亮/熄灭。

将点火开关置于 ON 位置，指令左前转向信号灯测试。左前转向信号灯和转向信号复示灯应点亮/熄灭。

将点火开关置于 ON 位置，指令右前转向信号灯测试。右前转向信号灯和转向信号复示灯应点亮/熄灭。

725. 怎样检修前转向信号控制电路故障?

1）将点火开关置于 OFF 位置，断开相应转向信号灯的线束插接器。

2）测试下列相应的转向信号灯搭铁电路线束插接器和搭铁之间的电阻是否小于 5Ω。

① 左前转向信号灯搭铁电路线束插接器相应端子。

② 左侧转向信号复示灯搭铁电路线束插接器相应端子。

③ 右前转向信号灯搭铁电路线束插接器相应端子。

④ 右侧转向信号复示灯搭铁电路线束插接器相应端子。

如果大于规定值，测试搭铁电路是否开路/电阻过大。

3）在下列相应的转向信号灯控制电路线束插接器和搭铁之间连接一个测试灯。

① 左前转向信号灯电路线束插接器相应端子。

② 左侧转向信号复示灯电路线束插接器相应端子。

③ 右前转向信号灯电路线束插接器相应端子。

④ 右侧转向信号复示灯电路线束插接器相应端子。

4）使用故障诊断仪，指令相应转向信号灯点亮和熄灭以进行测试。在指令状态之间切换时，测试灯应点亮和熄灭。

① 如果测试灯始终点亮，测试信号电路是否对电压短路。如果电路测试正常，则更换车身控制模块。

② 如果测试灯始终熄灭，测试信号电路是否对搭铁短路或开路/电阻过大。如果电路测试正常，则更换车身控制模块。

5）如果所有电路测试都正常，则更换相应的转向信号灯。

726. 怎样检修转向信号电路对蓄电池短路?

使用故障诊断仪，指令相应转向信号灯点亮和熄灭以进行测试。在指令状态之间切换时，测试灯应点亮和熄灭。

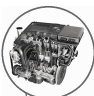
如果测试灯始终点亮，测试信号电路是否对电压短路。如果电路测试正常，则更换相应的控制模块。

如果测试灯始终熄灭，测试信号电路是否对搭铁短路或开路/电阻过大。如果电路测试正常，则更换相应的控制模块。

如果所有电路测试正常，则更换相应的尾灯/举升门尾灯。

727. 什么是发动机控制单元的常供电源?

发动机控制单元的常供电源一般由熔丝



盒内的某一熔丝为发动机控制单元的某两端提供常电源，该电源为发动机控制单元的存储器供电，用于记忆发动机故障信息。如果该供电不正常，将导致发动机控制单元无法工作，会使得发动机无法起动。

728. 什么是发动机控制单元的点火开关电源？

由熔丝盒内的某熔丝为发动机控制单元提供电源。在打开点火开关后，输出电源到发动机控制单元的某端。发动机控制单元在该供电的控制下，进入工作状态，向发动机电控系统的传感器输出 5V 电压的电源，如果没有 5V 电压或者其他非正常电压，将导致发动机不正常工作，甚至使发动机无法起动。

发动机正在运行时，发动机控制单元监测相关某端子上的电压。当电压低于 11V 时，将设置表示系统电压过低的故障码。当电压高于 16V 时，将设置表示系统电压过高故障码。

729. 怎么检查燃油泵继电器？

在打开点火开关后，发动机控制单元即通过其相关某端分两路输出控制电压，使燃油泵继电器动作，一路通过相关熔丝向燃油泵电动机供电，另一路通过相关熔丝向点火线圈和废气再循环阀供电。如果 2s 后发动机控制单元没有收到曲轴位置传感器（CKP）的基准脉冲信号，也就是说发动机没有起动，那么发动机控制单元就切断相关端输出的电压，停止对燃油泵电动机、点火线圈和废气再循环阀供电。如果燃油泵继电器不工作，将导致发动机不能起动。

730. 什么是点火提前角控制？

发动机运转时，ECU 根据发动机的转速和负荷信号，计算相应工况下的点火提前角，并根据发动机的冷却液温度、进气温度、节气门位置、爆燃信号等修正点火提前角，最后得到一个最佳的点火正时。ECU 控制点火线圈的初级绕组通电，在到达点火正时角时，ECU 切断点火线圈初级电流并在次级绕组中感应出高压电，使相应气缸的火花塞跳火，点燃混合气。

731. 什么是通电时间（闭合角）控制？

点火线圈初级电路在断开时需要保证足够大的电流，以使次级绕组产生足够高的电压。与此同时，为防止通电时间过长而使点火线圈过热损坏，ECU 根据蓄电池电压及发动机转速等信号，控制点火线圈初级电路的通电时间。

732. 什么是怠速控制？

怠速是指发动机在对外无功率输出负荷情况下的稳定运转状态。怠速转速过高，会增加燃油消耗量。

通常发动机输出功率时，其转速是由驾驶人通过加速踏板改变节气门的位置，调节气缸进气量来实现的。但在怠速，驾驶人已放松加速踏板，驾驶人对进气量的调节已无能为力，为此发动机控制系统负责对怠速转速的控制。

怠速转速控制的实质是对怠速时进气量、喷油量、点火提前角的控制，通过对三者的调节，以达到适合各工况的稳定转速。

一般由发动机控制单元对怠速进行的控制包括：①起动后的控制；②暖机过程的控制；③负荷变化的控制；④减速时的控制。

733. 怎么检测冷却液温度传感器？

（1）线路电压检测

1）拔下传感器线束插头，打开点火开关，测量插头上的电压，应为 5V 左右。

2）测量电脑端的输出电压，也应为 5V。

3）将线束插头接好，起动发动机，将发动机逐渐升温，测量传感器侧两端子之间的电压，应在 0.5 ~4V 之间变化，温度越低



时电压越高；温度越高时电压越低。

（2）传感器线路检测　拔下冷却液温度传感器线束插接器及发动机控制单元端子，测量两个端子与电脑相应端子之间有无断路，对地有无短路，是否阻值过大等故障，否则应维修或更换相关线束。

734. 怎么检测曲轴位置传感器？

以通用别克轿车曲轴位置传感器检测为例。

1）关闭点火开关，断开曲轴位置传感器插头（图 4-39），测量传感器的 1 端与 2 端之间的电阻应有 400～600Ω。如果不在此数值范围，可判定曲轴位置传感器本身存在故障，应更换传感器。曲轴位置传感器的两根信号线与屏蔽线是绝缘的。

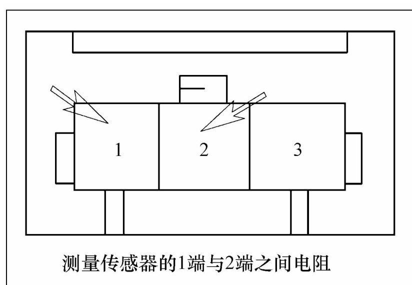


图 4-39　别克凯越 1.6L 轿车曲轴位置传感器插头

2）打开点火开关，测量两根信号线对搭铁电压应为 1.4V，这是发动机控制单元在信号线上的预置电压。在起动起动机时，测量曲轴位置传感器的信号电压应接近 1.6V。如果传感器内部、信号线路、发动机控制单元内部开路或短路，都会造成电脑无法接收曲轴位置信号，从而引起发动机无法起动。传感器电路如图 4-40 所示。

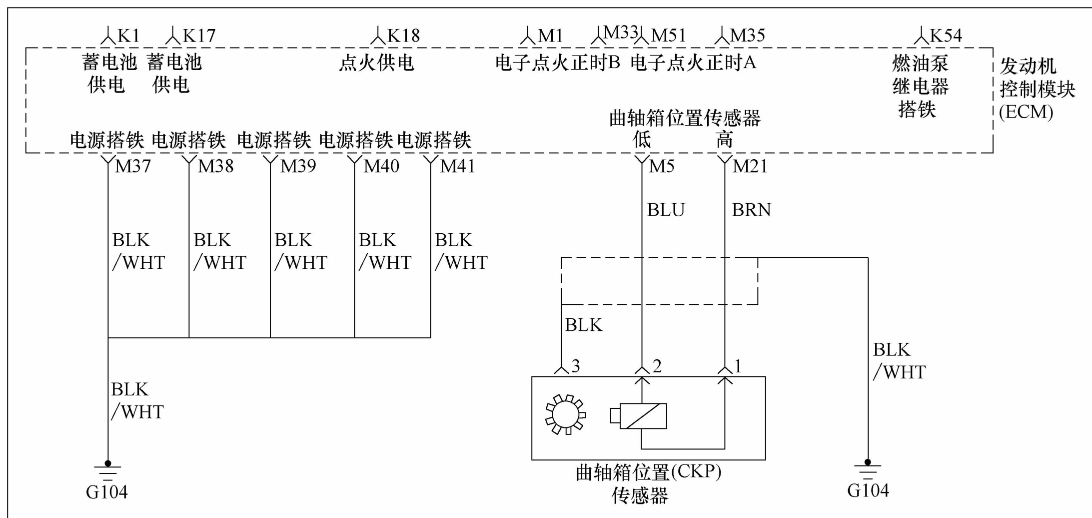


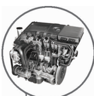
图 4-40　别克凯越 1.6L 轿车曲轴位置传感器电路

735. 凸轮轴位置传感器与点火是什么关系？

发动机电脑根据凸轮轴位置信号和曲轴位置信号，控制 4 个气缸按照 1-3-4-2 的顺序进行喷油。当发动机电脑接收不到凸轮轴位置信号时，就按照 1、4 缸同时喷射，2、3 缸同时喷射的方式控制喷油。因为点火线圈产生双火花，所以发动机仍能起动并运转，此时爆燃控制关闭，点火提前角推迟，输出功率下降。

736. 怎么检测爆燃传感器？

爆燃传感器在发动机振动时产生交流信号，在发动机没有爆燃时，交流信号电压约为 0V。爆燃传感器信号的振幅和频率由发动机的



爆燃强度决定，信号电压一般在0.3～5V。

发动机控制单元内含有一个爆燃滤波器模块，能够把来自爆燃传感器的信号与发动机正常噪声信号进行比较，噪声信号的大小是发动机控制单元已知的，并且取决于发动机转速和负荷。通过比较，如果偏差过大，就判定发动机发生了爆燃，从而精确判定爆燃状况。

别克某车型轿车压电式爆燃传感器（图4-41）的检测如下：

（1）检测传感器的电阻值　关闭点火开关，拔下传感器的1芯插头，用万用表电阻档测量1芯插头与传感器外壳之间的电阻，此值应为∞；否则，说明传感器已损坏，应及时更换。

（2）检测传感器的信号电压　拔下传感器的导线插头，当发动机怠速运转时，用示波器检测爆燃传感器的信号端子与搭铁端子之间是否有脉冲波形电压的输出。若没有，则说明传感器有故障，应及时进行更换。

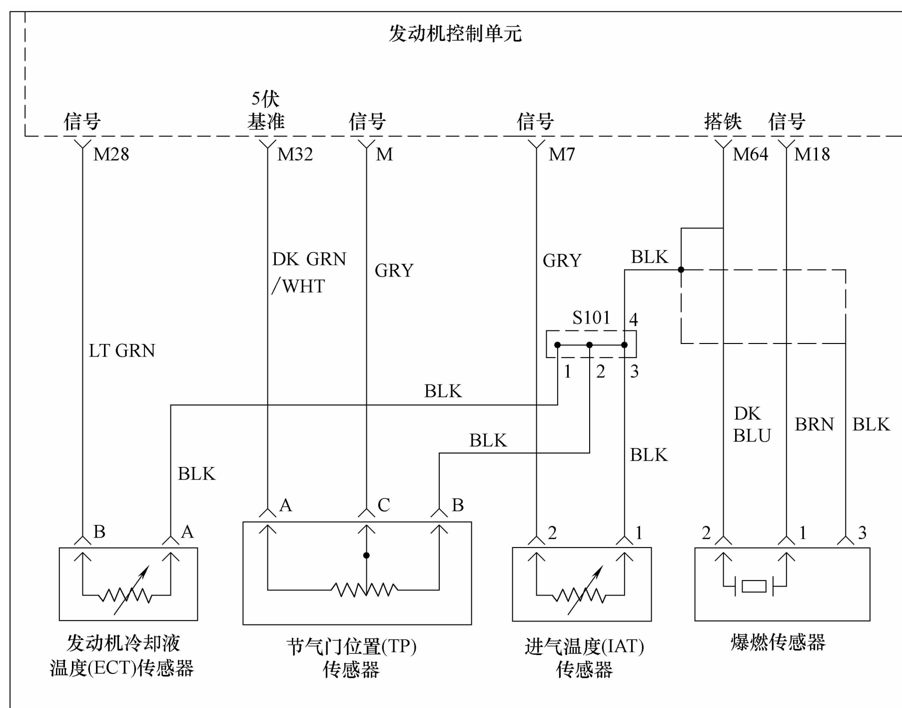


图4-41　爆燃传感器电路

737. 怎么进行氧传感器反馈电压测试？

（1）万用表检测：氧传感器达到工作温度350℃或起动后以2500r/min的转速运转3min，对氧传感器的输出电压进行测试，也就是发动机热车至正常工作温度且稳定运转时，接线正常情况下用万用表检测氧传感器信号线（灰色和黑色）间电压应在0.1～0.9V跳变周期快速波动。

（2）用故障诊断仪检测　将发动机热车至正常工作温度，观察“氧传感器电压”项显示数值应在0.1～0.9V跳变周期快速波动。

738. 怎么用电压判断氧传感器故障？

1）使用氧化锆加热型氧传感器，混合气在接近理论空燃比时，输出0.45V电压。

2）尾气稍微偏浓时，输出电压就突变为0.6～0.9V。

3）尾气变稀后，输出电压突变为0.3～0.1V。



4）电压值为0、0.4～0.5V、1.1V的恒定值时，说明氧传感器线路出现故障。

739. 怎么进行氧传感器加热器电阻检测?

用万用表电阻档测量氧传感器接线端中加热电阻接柱（白色）与搭铁接柱（白色）之间的电阻，其阻值为20℃时1～6Ω或12Ω（具体车型和参数要参考车型手册）。电阻值若为∞，则是加热电阻烧断，如果不符合标准，应更换氧传感器。

740. 电动燃油泵是怎样运行的?

燃油泵（总成）在燃油箱内，只要发动机工作使发动机控制单元接收到来自曲轴位置（CKP）传感器的基准脉冲信号，控制单元就通过其相关端输出控制电压，使燃油泵继电器动作，其输出电压再通过熔丝盒向燃油泵电动机供电，燃油泵开始工作，燃油系统输送压力燃油。

741. 电动燃油泵继电器工作电路是怎样的?

别克凯越1.6/1.8L轿车燃油系统电路如图4-42所示。燃油泵继电器工作电路：发动机控制单元K54端→1号蓝/绿色线→发动机熔丝盒（此时，熔丝盒内C106/10端→燃油泵继电器85和86号角→熔丝盒的C106/19端）→2号黑色线→搭铁线。

742. 电动燃油泵工作电路是怎样的?

别克凯越1.6/1.8L轿车燃油系统电路如图4-42所示。燃油泵工作电路：发动机熔丝盒（此时，熔丝盒内BAT电源→燃油泵继电器30和87号角→熔丝Ef15→熔丝盒C101/3端）→3号灰色线→燃油泵电动机→4号黑色线→搭铁。

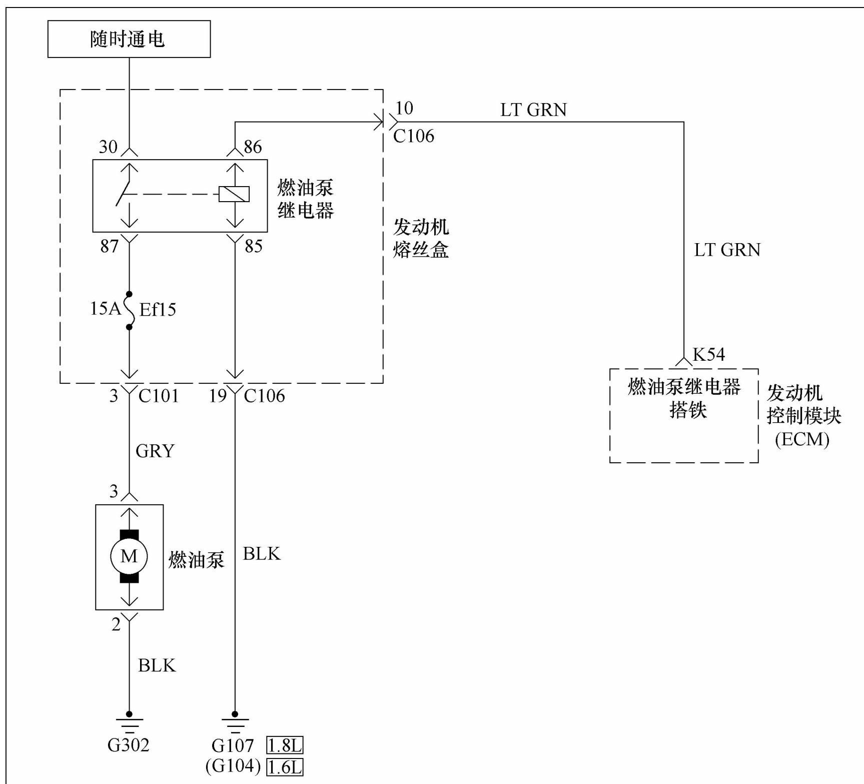
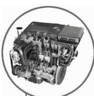


图4-42 别克凯越1.6/1.8L轿车燃油系统电路



举例：桑塔纳2000型轿车的机油压力报警系统（图4-43）是用来监视和指示发动机润滑系统工作状况的。它由油压检查控制器J114，油压指示灯K3和高低压开关F1、F22等元件组成。

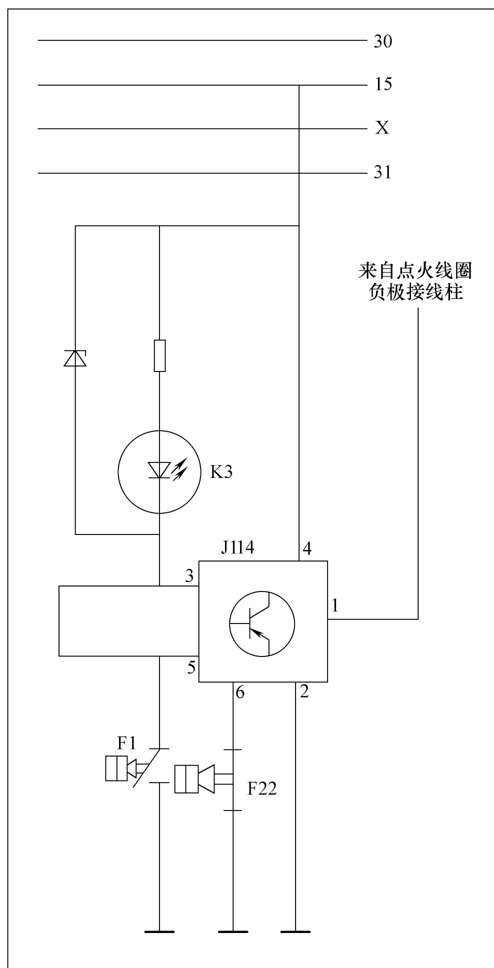


图4-43　桑塔纳轿车机油压力报警系统的控制线路

F22—低压油压开关　F1—高压油压开关
K3—油压指示灯　J114—油压检查控制器

743. 怎么检查燃油泵电动机故障？

1）燃油泵工作时应有泵转动声音，如果在点火开关打开时候，燃油泵没有“嗡嗡”工作声音，则要进行进一步检查。

用测试灯测量燃油泵熔丝，在打开点火开关的2s内，应有12V电压。否则，检查燃油泵继电器和相关电路。

燃油泵继电器及相关电路正常的情况下，燃油泵没有运转声音，也没有输出油压，这时可以判定燃油泵本身已经损坏，应更换燃油泵。

2）在燃油泵熔丝满足测试要求时，继续测试油箱燃油泵插头的3端的灰色线，应与燃油泵熔丝有相同的测试结果，即在打开点火开关的2s内，应有12V电压。

3）测量燃油泵插头2端的黑色线，应与搭铁导通，如果不通，检查电路（开路）故障。

4）检查发动机控制单元的K54端，在打开点火开关2s内或起动起动机时继电器应能够输出12V电压，如果此时没有12V电压输出，可以判定发动机控制单元有故障。

744. 怎么用传统的方法测试喷油器？

检查喷油器外部线束的连接可靠性，接着用试灯检视。将12V的试灯接在喷油器插接器两个端子之间，然后起动发动机，观察试灯的闪亮变化情况，如果试灯闪亮，则表明喷油器控制电路连接正常，否则说明线路或电脑（ECU）有故障。但试灯要视喷油器线圈电阻型号而选用。

745. 怎么单体测试喷油器？

听喷油器的通电动作声音：喷油器单体性能的好坏，可通过单独向喷油器供电的方法进行单体检测。将12V电源接入喷油器接线座的一个端子上，另一端子搭铁后再断开，如此重复，此时监听喷油器的动作响声。如果每次在搭铁时，都能听到喷油器发出的清脆“咔嗒”声，则表明喷油器通电良好，否则应判断喷油器有故障，需进行更换。

746. 怎么断油（缸）测试喷油器？

发动机在怠速工况状态下逐一拔下与喷油器接线座相连的插接器时，发动机转速有

明显下降的感觉，则判断该喷油器性能良好，如果发动机转速和性能没有任何变化或变化极微弱，则表明该喷油器出现故障。

逐缸断火测试，并测量 CO 浓度的变化，以便判断哪一个喷油器漏油。因为某缸断火时，被压缩的混合气没有燃烧就排出来，应该是 HC 浓度增加，CO 值基本不变化。而漏油的喷油器是决定 CO 浓度的主要喷油器，如果断火的那一缸测出 CO 值下降较明显，则说明该缸的喷油器漏油。

747. 怎么测量喷油器电磁线圈阻值?

首先断开点火开关，使用万用表的电阻档检查喷油器两个接线端子之间的电阻值，看其是否与标称电阻值相符。但需注意不同车型所配用喷油器的型号不相同，一般情况下电流驱动型的喷油器的电阻值在 3Ω 左右；而电压驱动型的喷油器的电阻值在 11～13Ω 附近。如果检测的电阻值与参考值相差很大，那么可以判断喷油器出现故障。

748. 喷油器控制电路是怎样的?

高电阻抗型喷油器是用 12V 电压驱动的，其电磁线圈电阻较大，约为 12～16Ω，高电阻喷油器由于电流小，使用可靠，在现代车型中被广泛应用。捷达车喷油器就属于高电阻喷油器，如果某个喷油器不工作，那么很可能发生冷起动性能差，怠速不稳、加速性能下降，功率下降。

捷达喷油器控制电路如图 4-44 所示。

喷油器电磁线圈的 1 号针连接 +12V，2 号针通过控制单元接地，控制单元按照点火顺序控制 4 只喷油器电磁线圈搭铁并控制搭铁的持续时间，执行不同的喷油量。蓄电池电压波动会对喷油量精确性带来影响，因为电压低会使开启时间增加，电压高会使喷油器开启时间减小，控制单元会根据蓄电池电压自动补偿开启时间。

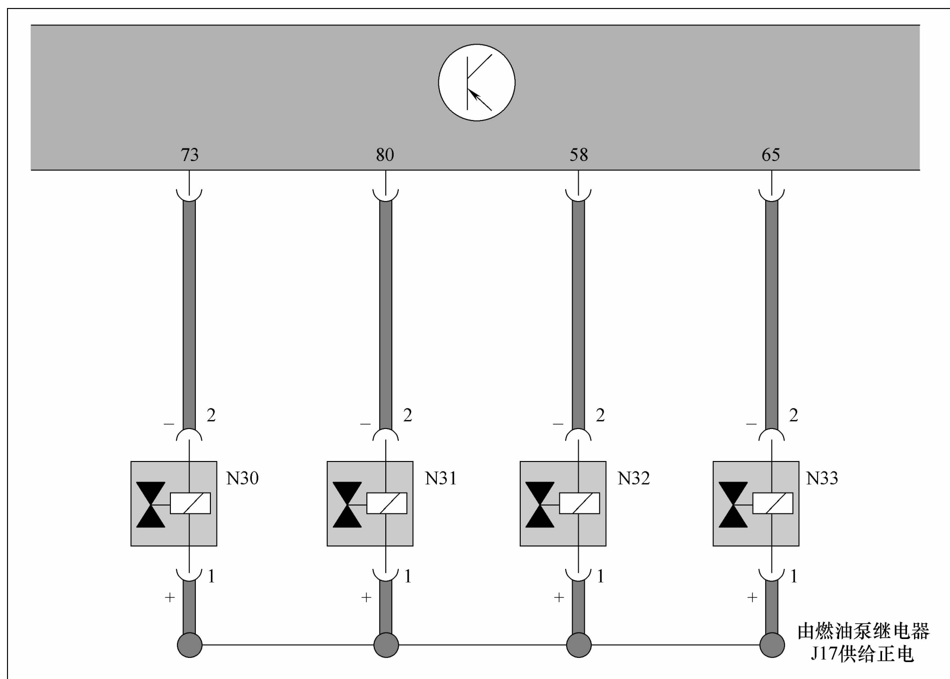
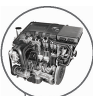


图 4-44 喷油器电路

749. OBD-Ⅱ维修应用有哪些关键点?

由于汽车生产商不断地更新和改进他们的发动机控制系统，市场上有各种不同的国产和进口系统。不同生产商，以及同一个生产商的不同车型、相同车型不同生产时间的



车载诊断数据的读取和系统维修方法都有所不同。这就是为什么在进行维修诊断时，必须使用相应维修手册的原因。

但是，现在已经制定了标准，要求对所有车的电控系统采取一个标准化的测试步骤，这就是我们通常说的 OBD-Ⅱ，在该系统中，车辆会采用相同的术语、缩写及元件的定义描述。同样执行相同的诊断步骤，并显示相同的故障码。

无论生产商是否相同，OBD-Ⅱ系统的大部分故障码可以用来显示相同的故障。而有一些故障码仅仅对应一个特定的系统，或者各个系统代表不同的含义。故障码是一个五位数的代码，同时含有数字和字母。诊断接口端子如图 4-45 所示，端子含义见表 4-2）

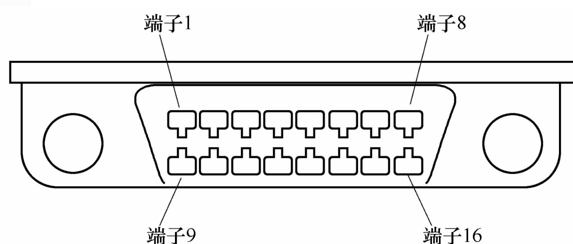


图 4-45　诊断接口端子

表 4-2　端子含义

端　子	含　　义
端子 1	生产商自由使用
端子 2	J1850 总线(+)
端子 3	生产商自由使用
端子 4	车身接地
端子 5	信号搭铁
端子 6	生产商自由使用
端子 7	ISO 9141-2 “K”线
端子 8	生产商自由使用
端子 9	生产商自由使用
端子 10	J1850 总线(-)
端子 11	生产商自由使用
端子 12	生产商自由使用
端子 13	生产商自由使用
端子 14	生产商自由使用
端子 15	ISO 9141-2 “ L”传输线
端子 16	蓄电池

750. 传感器自诊断的原理是什么？

ECU 监测到电压值超出规定范围且持续一段时间不消失时，ECU 即判定传感器有故障，自动将代表传感器故障的故障码存入随机存储器，并点亮故障指示灯。

冷却液温度传感器、节气门位置传感器、进气歧管压力传感器、进气温度传感器等向 ECU 输入模拟信号的传感器，正常情况下，向 ECU 输入的信号电压值，都有一定的变化范围。通常采用监测其输入的信号电压值是否在规定的范围内来确定其是否有故障，若传感器输出的信号电压数值多次偏离正常工作范围且持续一定时间，ECU 便认为该器件或电路发生了故障，把这一故障以故障码的形式存入内部随机存储器，并同时点亮仪表板上的故障指示灯。

冷却液温度传感器正常工作时，其输出信号电压值在 0.1 ~4.8V 范围内变化。如果冷却液温度传感器输入电压信号低于 0.1V 或高于 4.8V，ECU 监测到电压值超出规定范围且持续一段时间不消失时，ECU 即判定冷却液温度传感器有故障，自动将代表冷却液温度传感器故障的故障码存入随机存储器，并点亮故障指示灯。

传感器的故障自诊断基本原理如图 4-46 所示。

1）氧传感器与空燃比反馈控制系统、爆燃控制系统等控制所依据的参数是在不断变化的，因此这些信号变化的快慢也反映了传感器是否存在故障。

2）当某传感器的输出信号变化过慢、在一段时间内不发生变化时、保持高于或低于某一值超过了一定时间时，ECU 将判定该传感器有故障。

3）对偶尔出现的一两次或几次信号数值的偏离和丢失，ECU 则不认为是故障，也不存入存储器内。

4）氧传感器在正常工作时，其输入电压应在 0.1 ~0.9V 内波动不少于 8 次/10s。

如果 ECU 在 1min 以上检测不到氧传感器的输出信号或氧传感器信号在 0.1 ~ 0.9V 间 1min 以上没有变化，即判断为氧传感器电路有故障，并设定相应的故障码。

5）发动机以 1000r/min 的转速运转时，当转速传感器丢失了 3 ~ 4 个信号脉冲时，ECU 不会判定是转速传感器发生了故障，故障指示灯不会点亮，相应的故障码也不会存入存储器内。只有信号脉冲丢失持续一定的时间，ECU 才认为是故障。

6）故障信号的出现不只是与传感器或执行器本身出现故障有关，而且还与相应的配线电路故障有关，电子控制系统的各种传感器和执行器都是如此。

7）在 ECU 判断出某一电路故障时，只是提供了故障的性质和范围，最后要确定是传感器、执行器还是相应配线故障，应进一步检查配线、插头、ECU 和相关元器件。

8）对于执行器（如喷油器、点火器、怠速控制阀等等）故障，有的能被 ECU 检测出来，有的则不能检测，依车型的控制软件设计而异。

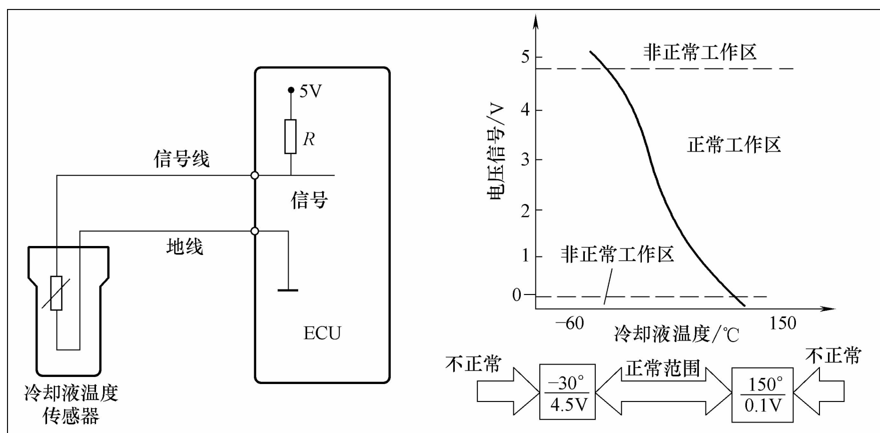


图 4-46　传感器的故障自诊断基本原理

751. 冷却液温度传感器故障是怎样设置的?

例如，当冷却液温度传感器与 ECU 之间的导线出现断路时，+5V 电压通过内设电阻 R 直接送入 A/D 转换器，ECU 监测的信号电压会高于 4.8V（近 5V），ECU 也会判定冷却液温度传感器有故障。同理，当冷却液温度传感器与 ECU 之间的导线出现搭铁短路时，输入 A/D 转换器的信号电压为 0V，ECU 监测到信号电压低于 0.1V，也会判定冷却液温度传感器有故障。当传感器发生故障时，其信号不能作为发动机的控制参数使用，ECU 从程序存储器中调出某一固定数值作为发动机的应急参数，以维持发动机的运转。

例如，发动机冷却液温度传感器发生故障时，ECU 将启用代用值固定为 80℃；进气温度传感器发生故障时，可将进气温度设定为 22℃。或者，ECU 另用与其工作性质相关器件的信号参数值代用。例如，进气流量传感器损坏后，ECU 则用节气门位置传感器的信号参数值来代用。

冷却液温度传感器电路控制如图 4-47 所示。

752. 怎样控制和调节氙气灯?

在氙气灯上装有动态照程调节装置，该装置使用了水平传感器，该传感器将车辆的水平信息（一个脉冲宽度调制信号）传给照程调节控制单元 J431（图 4-48）。车辆的前桥和后桥各装一个这种传感器。另外，前照灯还有动态转弯灯光调节功能。

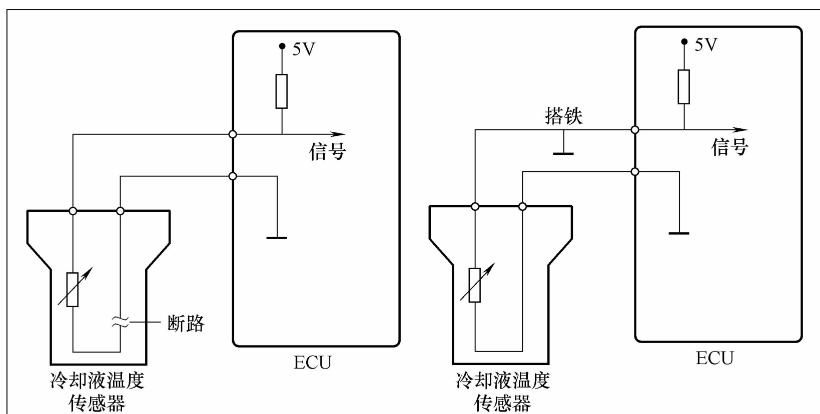


图 4-47 冷却液温度传感器电路控制示意图

使用的水平传感器与氙气前照灯动态调节用的传感器是相同的，该传感器将一个脉冲宽度调制信号发送到前照灯照程调节控制单元上。

前照灯照程调节控制单元 J431 与前照灯左、右功率模块 J667 和 J668 之间的数据交换通过一根 500kB/s（波特）的 CAN 总线来完成。

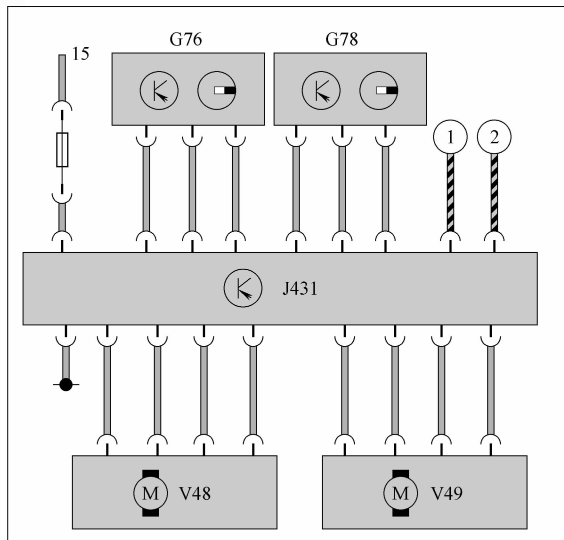


图 4-48 氙气灯调节控制电路

753. 氙气灯自适应前照灯的作用范围是什么?

自适应前照灯可以在转弯时对灯光进行动态调节，这种前照灯的投射模块内装有一个电动机，该电动机可在车辆转弯时在水平方向上改变灯光照射方向。

前照灯透镜和支架并不转动。灯光转动的角度在转弯方向的内侧可达约 15°，在外侧可达 7.5°。

这个角度变化可使车辆在转弯时得到更好的照明效果。这时灯光转弯内模块的转动角是外模块的两倍。这样就可在相同的灯光强度的情况下，得到最大的照亮范围。

车辆在静止时不回转。

当车速小于 6km/h 时，前照灯内的投射模块不会回转。

当车速超过 10km/h 时，灯光回转的角度主要取决于转向盘转动的角度。

这样就可以满足在车辆静止时不得摆动前照灯灯光的法律规定。同时，当车在这种低速状态进行加速时，在转向角度不变的情况下，可以使得前照灯的偏转均匀过渡。

754. 氙气灯自适应调节装置的内部结构是怎样的?

氙气灯自适应调节装置如图 4-49 所示。

回转角度由回转模块内的一个电感式传感器来监控，传感器值作为脉冲宽度调制信号直接用于前照灯功率模块。

如果调节电动机或传感器失效，功率模块会将故障信息发送到前照灯照程调节控制单元 J431，然后组合仪表 J285 的显示屏会显示相应的内容来通知驾驶人。



图 4-49　氙气灯自适应调节装置

755. 怎样设定奥迪轿车氙气前照灯系统？

打开点火开关，将车辆停置于水平地面，前照灯打开或关闭均可 55-04-001（基本设定）即相当于告知车辆控制单元，车辆已水平，当前位置为默认水平位置，此时可以通过前照灯调节螺钉来将灯高调节至符合法规的高度。

（1）前照灯照程调节控制单元的作用　配备氙气灯的奥迪轿车由于其高亮度可能会对迎面驶来的驾驶人视线有所影响，因此配备氙气灯的车辆必须配备高度自动调节功能。即氙气灯出厂时要调整好标准高度，之后前照灯的高低要随着车辆载荷分布自动进行调整。如果车辆前部高、后部低则前照灯要向上抬，保证驾驶人足够的视野；而如果车辆后部低、前部上抬（后排太沉或行李箱重物太多），则必须自动将灯光下调以防止影响对面车辆。因此配备氙气灯的车辆增加了前照灯照程调节控制单元 J431，地址码为 55，位置在前乘客侧杂物箱后方。

（2）基本设定和匹配　奥迪 A6 轿车，车辆在出厂时 J431 存储了当前的前后水平位置传感器位置，并视为默认水平位置。当前后车身倾斜角度改变时，系统会根据前后传感器 G76、G78 电压，判定车身倾斜角度，并指令左右前照灯电动机 V48、V49 做出相应调节。在更换过前照灯、前后传感器或断开相应插头后，仪表会出现报警，前照灯调节控制单元中存储“基本设定未完成”的故障码，即控制单元需要重新学习默认水平位置。打开点火开关，将车辆停置于水平地面，前照灯打开或关闭均可 55-04-001（基本设定）即相当于告知车辆控制单元，车辆已水平，当前位置为默认水平位置，此时可以通过前照灯调节螺钉来将灯高调节至符合法规的高度。55-04-002（存储设定）即相当于告知车辆控制单元灯光默认高度已调节好，将当前车身倾斜传感器位置及对应的电动机位置存储下来，此时可看到车辆前照灯会自低到高运转一遍回到原位完成存储。此时基本设定完成，故障码自动清除，报警消失。

（3）判断车辆是否水平设定　系统进行



前照灯基本设定的前提条件是“车身水平”，也就是说如果系统根据前后倾斜传感器判定车辆目前不是水平的，则不允许进行下一步。也许通过肉眼观察车身已经平了，但由于传感器安装位置、悬架老化等原因使得传感器反馈给控制单元的结论是不水平的。可以读取55-08-002（判断车辆是否水平设定）来进行检查，Ⅰ区为前部传感器电压，Ⅱ区为后部传感器电压，在水平时二者均应在2.5V左右，如果升高悬架则该电压值升高，车身降低则该电压下降，如果前后差值超过0.5V，则系统认为车身存在俯仰。

执行设定方法：

1）举升车辆，检查传感器安装位置及固定连接装置。

2）执行05-08-002的同时，抬起或压下偏离2.5V的那个悬架，使两个电压都在2.5V左右时，进行基本设定。

756. 雅阁轿车电动车窗是怎么控制的？

本田雅阁轿车电动车窗主控开关中装有车门多路控制装置（图4-50），电动车窗主控开关通过多路控制装置控制4个车门的电动摇窗机。

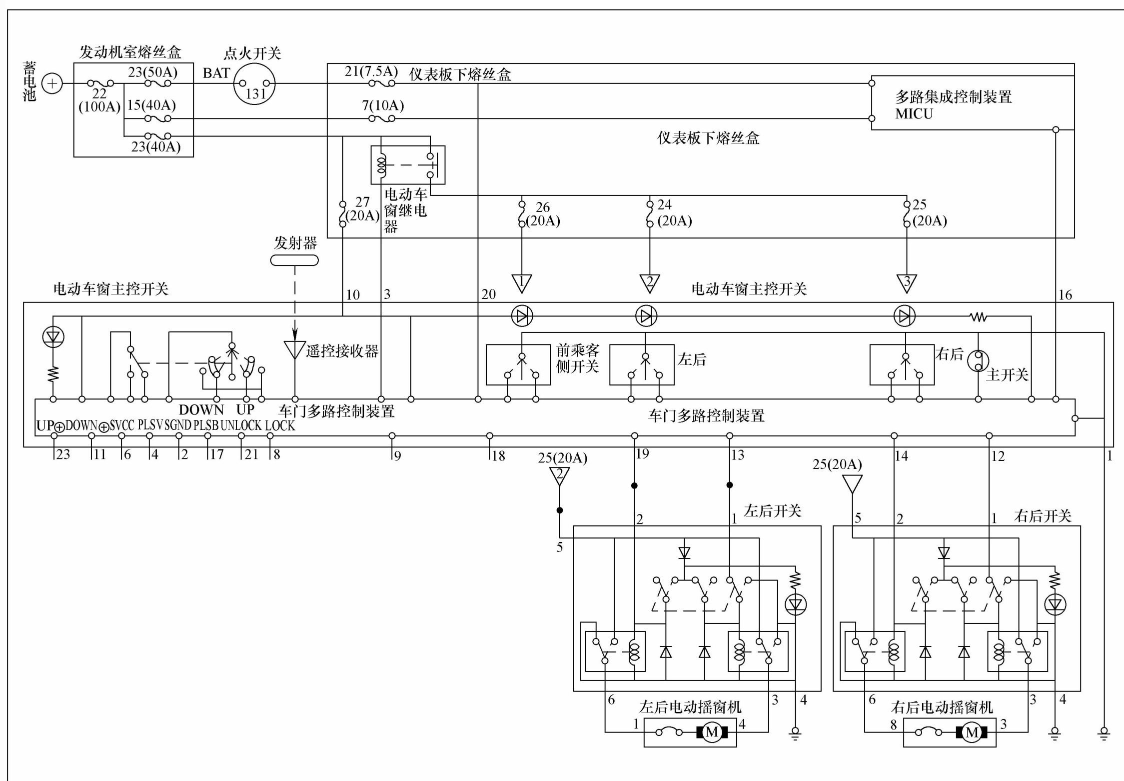


图4-50 电动车窗电路图

电动车窗控制原理：电动车窗系统由主控开关、各门控制开关、各门玻璃升降电动机，电动车窗继电器（位于多路控制系统单元中，该单元在仪表台左下方）和线路构成。主控开关对除左前门外的其余3门电动车窗的集中控制，是通过主控开关控制电动车窗继电器的工作与否来实现的。电动车窗继电器的作用是给其余3门电动摇窗机提供工作电源。接通主控开关上的主开关，电动车窗继电器工作，主控开关和各门开关均可操作其余3门电动车窗，切断情况下各开关均不可操作。在各门电动车窗开关里集成了两个继电器，但是这两个继电器均由电动车窗继电器提供工作电源。



757. 怎么检修雅阁轿车电动车窗故障?

(1) 故障信息 某2006年生产的本田雅阁轿车，左前门上的车窗主控制开关不能控制其余3个车窗，同时其余3个车窗也不能单独工作。

(2) 检查分析

1) 初步断定故障。接到故障车辆后，用左前门的主升降开关操作，除左前门外其余3个门的电动摇窗机都不工作。分别按其余各车门上的电动摇窗机开关、摇窗机均无反应。利用解码器进入动作测试，各电动摇窗机均能工作，证明故障出在控制电路。

2) 结合电路图分析问题

① 各车窗单独控制开关电路。结合电路图分析，该线路是从主控开关内部到外部搭铁的。如图4-50所示，其余3门开关的中间接线通过导线连接在一起，并连接主开关，然后通过主控开关的1号脚外部搭铁。这3门开关构造相同，只有3个触点、一条搭铁、一条上升信号线、一条下降信号线，各开关通过控制这两条信号线与搭铁的导通给车门多路控制装置一个请求信号，车门多路控制装置通过控制线输出一个控制电源到相应的车门开关内的继电器。

② 车窗控制开关电路。车窗控制开关也是通过这条线与搭铁的通断给车门多路控制装置一个接通电动车窗继电器的请求信号。由于断路造成车门多路控制装置接收不到主开关的通断请求信号，而不会控制电动摇窗机继电器搭铁工作，致使其余3门得不到继电器提供的工作电源，导致操作各开关均不能正常工作。

(3) 故障排除 车门主控开关存在故障，必须更换带车门多路控制装置的电动车窗主控开关总成。

如果线路板损坏较轻，视情况可以对线路板进行修复再使用。可对断路的部位用电烙铁重新焊接或用导线跨接。

758. 怎么排除凯越轿车的刮水器故障

凯越轿车的刮水器电动机是由模块控制的，而控制模块和刮水器电动机集成在一块作为一个总成。

(1) 故障信息 某别克凯越轿车，车主报修打开点火开关后，刮水器开关在关闭的情况下，刮水器依然工作。

(2) 分析与排除 接车后首先确认故障现象，此车的刮水器电动机和模块是一体的。拔下刮水器电动机插头后刮水器停止工作。

凯越车的刮水器电动机是由模块控制的，而控制模块和刮水器电动机集成在一块作为一个总成。根据电控系统的组成分类：输入—电子控制单元—输出。利用排除法输入信号，经测量后正常，刮水器电动机运转正常，说明执行器正常。因此，输出部分正常，所以只要检查电子控制单元即可。

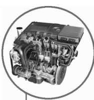
759. 怎么检修大众途锐轿车照明距离调节装置警告灯点亮故障?

途锐轿车装备了前照灯射程自动调节装置，在前后桥上各设置了一个车辆高度传感器，用来感知车辆高度的变化，根据整车载荷分配不同，自动调节前照灯射程。同时在该系统出现故障的时候，会点亮仪表上的灯光系统故障警告灯。

(1) 故障现象 某2008款3.6L大众途锐轿车，事故后在修理厂更换了左前照灯，进行相关匹配后，仍然不能排除前照灯照明距离调节装置警告灯点亮的故障。

(2) 故障分析 首先用仪器读取55，前照灯照明距离调节装置的故障码。可以判断出故障范围为高度传感器故障和基本设定未完成。在配备空气悬架的车型上，车辆高度信号由34车辆水平调节系统提供，而不是由传感器单独供给55前照灯照明距离调节装置。

(3) 故障排除 通过仪器查询全车电控



系统发现，该车已经配备了34车辆高度控制系统。

由引导性功能查询得知，编码1286531为不带34车辆高度调节系统；编码1288195为带34车辆高度调节系统。重新执行控制单元编码，编码的过程是：55（前照灯照明距离调节装置）→007（编码）→1288195，编码成功后再进行前照灯系统的基本设定：55→04→1。

编码1286531为不带34车辆高度调节系统，编码1288195为带34车辆高度调节系统。该案例是由于对控制单元的编码错误，导致55前照灯照明距离调节装置的配置错误，在该系统中，会根据车辆配置的不同而采用车辆高度的数据来源也不同，所以才会误报高度传感器故障。重新编码后，该系统所需要的车辆高度数据由34车辆水平调节系统提供，因此不会再报车辆高度传感器故障。最后执行前照灯系统基本设定，故障排除。

760. 怎么检修奥迪C6轿车右前座椅不能调节故障?

（1）故障信息　一辆奥迪C6轿车报修右前座椅不能调节。

（2）检查分析　电脑检测有右后门控制单元无法通讯的故障。测量右后门控制单元供电搭铁均正常，于是怀疑电脑有问题，更换右后门控制单元后，故障依旧。

该车右后门控制单元并不是通过CAN线与网关通信，而是通过LIN线连接到左前门控制单元，于是测量右后门控制单元与左前门控制单元的LIN线连接。左前门控制单元与右后门控制单元的LIN线不通，逐段检查线路，发现左前门处LIN线断路。接通电路后故障排除。

761. 怎么检修奥迪A5轿车喇叭不响故障?

1）首先用电脑检测，无故障。分析喇叭的工作过程：首先喇叭的触点开关将信号发送到转向柱电子控制单元J527，J527将信息发送到舒适总线上，电网控制单元J519收到信号，通过控制喇叭继电器来给喇叭供电。

2）检查喇叭开关的信号是否传递到J519，通过读取数据块发现，J527的信号正常，读取J519的数据块，发现J519的信号正常。接下来测量喇叭处电压值发现喇叭处无供电，于是问题集中在喇叭继电器、J519和相关线路。更换继电器后故障排除。

762. 朗逸轿车Kessy无钥匙系统的特点是什么?

该系统可以在不操作遥控钥匙的情况下，解锁或锁止汽车，即可实现车辆的起动或熄火。

利用Kessy无钥匙系统可以在不操作遥控钥匙的情况下，解锁或锁止汽车，同时只要轻轻按下起动按键即可实现车辆的起动或熄火。如有一把有效遥控钥匙在汽车的接近范围内，同时触摸车门拉手上的传感区或按压行李厢盖上的按钮，就能打开车门，不再需要钥匙。在起动方面，车主开门进入车内后，无需拿出钥匙，只要踩住刹车，轻按一下一键起动按钮，发动机即被起动。

Kessy无钥匙系统是由发射器、接收器、遥控中央锁控制模块、无钥匙系统控制模块及相关线束组成的控制系统。其基本原理是：当有一把有效遥控钥匙在接近范围内，则无钥匙系统Kessy会将访问权限授予该钥匙，紧接着就可以在不主动操作遥控钥匙的情况下执行以下功能。

① 无钥匙解锁：通过前门拉手或行李箱盖上的按钮将汽车解锁。

② 无钥匙起动：起动发动机并行驶，为此在车内必须有一把有效的遥控钥匙。

③ 无钥匙闭锁：通过前门某一拉手，将汽车锁止。



763. 怎样诊断无钥匙系统故障？

任意一根天线出现故障时，无钥匙进入及无钥匙打开后备箱功能都将失效；除变速杆下方天线故障外，其他天线故障并不影响车辆起动。

天线出现故障时，Kessy 各功能工作状态见表 4-3。

1）发动机控制单元、仪表、钥匙锁芯、ELV 都能单独更换，仪表和 ELV 可以一起更换，其他部件都只能全套一起更换。另外，Kessy 控制单元不是防盗部件。

2）对于带 Kessy 控制器的无钥匙系统，在完成钥匙的在线防盗匹配后，遥控匹配也自动完成，无需在车身控制器中单独匹配遥控。

3）当钥匙的防盗信息或者钥匙丢失时，车门将无法打开，此时，可以使用 VAS 诊断仪进入引导性功能，防盗器对钥匙进行在线防盗匹配，继而正常起动车辆。

表 4-3 Kessy 各功能工作状态表

(如果)故障	无钥匙进入	无钥匙起动	行李箱打开
车门把手天线	否	是	否
变速杆下方天线	否	否	否
后座椅下方天线	否	是	否
行李箱内天线	否	是	否
后保险杠内天线	否	是	否

764. 奥迪 A5 轿车高级无钥匙系统工作流程怎样的？

1）用手触摸驾驶人侧车门把手（左前车门）外拉手接触式传感器 G605 就会将“手指放入”这个信息发送给车上舒适系统中央控制单元（J393）。

2）舒适系统中央控制单元（J393）通过驾驶人侧的智能进入起动装置，天线 R200 将一个唤醒信号发送到车钥匙上，同时也向所有智能进入的钥匙发送一个信号。

3）车钥匙根据这些信号来确定钥匙在车上的位置，并将这个信息发送到中央门锁和防盗警报装置天线 R47。

4）中央门锁和防盗警报装置天线 R47 将这个信息发送给舒适系统中央控制单元（J393）。

5）舒适系统中央控制单元（J393）将“打开车门”这个信息发送给车门控制单元（指门把手已经触发过的车门）。

6）收到舒适系统中央控制单元（J393）命令的车门控制单元再操纵相应的锁芯，这样就可以将车门打开。

7）正常的开门过程包括停用安全装置、开门、确认闪光及接通车内灯。除了确认闪光外，舒适系统中央控制单元 J393 和中央门锁/防盗警报装置天线 R47 将车辆状态发送到车钥匙内。

765. 什么情况下防盗系统进入警戒状态？

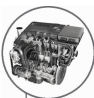
在关闭点火开关、拔下点火钥匙、关闭四个车门、关闭行李箱盖、关闭发动机舱盖的情况下，按下遥控器上的“锁闭”按钮，门锁电动机动作使车门锁闭，转向灯闪烁一次，报警喇叭鸣响一声，防盗指示灯闪烁（亮 0.1s、熄灭 0.7s），防盗系统进入警戒状态。如果车门、行李箱盖、发动机舱盖未关闭，或某个报警开关未断开搭铁，在按遥控器设防后，仅能够执行锁闭门锁动作，防盗系统不能进入警戒状态。

766. 防盗系统的触发报警条件是什么？

在防盗系统处于警戒状态时，如果非法开启车门、行李箱、发动机舱盖，使相关的报警开关接通时，防盗系统立即报警，使喇叭鸣响，使转向灯闪烁。

767. 怎么解除防盗系统报警？

例举凯越轿车防盗报警系统的解除。用



遥控器执行开锁、用钥匙打开左前门锁、用钥匙打开右前门锁，或用钥匙打开行李箱盖都能够使防盗系统退出警戒和报警状态。

当按下遥控器上的“开锁”按钮，门锁电动机动作使车门开锁，喇叭不响，转向灯闪烁两次，防盗指示灯闪烁熄灭，防盗系统退出警戒或报警状态。如果用遥控器开锁后，在30s内未进行任何操作（打开车门、打开发动机舱盖、打开行李箱、打开点火开关）时，系统将自动锁闭车门，并进入警戒状态。在停车场操作遥控器，可以帮助驾驶人快速找到自己的车。当用钥匙打开门锁或行李箱盖时，防盗系统也能够退出警戒或报警状态，但转向灯不闪烁。

768. 如何防止电路搭铁不良故障？

（1）防止搭铁处有潮湿、锈蚀的现象，否则很容易在搭铁处形成氧化和腐蚀。

（2）对于搭铁不良的部位，先用细砂布打磨，将油漆或锈蚀物清理干净，然后拧紧固定螺栓或者将插接器插牢固。

769. 怎么检修汽车搭铁线断路故障？

搭铁线有导线断开或者连线端子锈蚀现象，导致搭铁线失去了作用，严重时可能导致电器不工作或较明显的工作不良。通常这种情况都能通过目测检查发现故障。如目测不能发现故障，可以进行电阻测量，电控检测仪检测或其他辅助手段而准确确定故障点所在的位置。

770. 怎么检修汽车搭铁接触不良故障？

汽车搭铁接触不良一般是导线断路、导线端子锈蚀、连线端子松动等。

一般汽车电路大多是数字信号及高精度的模拟信号电路，如果搭铁线有接触不良故障，就相当于在电路中串联了电阻，有可能会使高精度信号失准。通常这种情况都能通过目视或测试电阻检查发现故障点。

771. 怎么检修汽车线路馈电端短路故障？

线路馈电端是指在电动机、灯、电磁线圈等用电器前面的电源线路。线路馈电端短路通常是由于导线绝缘层损坏引起的。

通常这种情况有些能直接看到，但有些无法直接观察得到。视故障部位和情况，根据电路图和线路走向分步检修。

772. 怎么排除导线的故障？

（1）检查导线断路　当线路出现断路时，主要表现为线头脱落、开关失效、导线折断、插头松动或搭铁不良。

检查时，对于明显的导线断裂部位比较容易查找，但是对于比较隐蔽的内芯线断路，需使用万用表、试灯才能确定故障部位。

（2）检查导线短路　导线因绝缘层损坏或导线线头裸露部分相互接触，使导线间发生短路。可用万用表或试灯检测线路的短路故障。

（3）检查导线搭铁

1）外观检查：直接用眼睛观察导线是否有破裂、破损处。

2）试灯检查：以蓄电池作为电源，将蓄电池的负极搭铁，正极接试灯的一个引线端子，而试灯的另一个引线端子接导线，如果试灯发亮，表明导线已搭铁。

3）万用表检查：用万用表的两表笔分别与导线和车架接触，如果电阻为零，表明导线已搭铁。

773. 车载网络系统有什么特点？

车载网络系统是指借助双绞线、同轴电缆或光纤等通信介质，将车内众多的控制模块或（节点）联结起来，使若干的传感器、执行机构和电子控制单元ECU共用一个公共的数据通道，通过某种通信协议，在网络控制器的管理下共享传输通道和数据。

车载网络系统减少了线束的使用，改善了系统的灵活性，通过系统的软件可以实现系统功能的变化和数据共享，也提高了对系统故障的诊断能力。例如车载网络可以将汽车的行驶状态参数传送到显示屏上，提高驾驶安全性。

774. 什么是 LAN 系统？

局域网（Local Area Network）简称 LAN 系统是将分布在汽车上的电器与电子控制单元相互连接，并按照网络协议相互进行通信，以共享硬件、软件和信息等资源的网络系统。LAN 主要分为车内网络和车外网络。

775. 车载 CAN 总线系统有哪些特点？

CAN 即控制器局域网，是国际上应用最广泛的现场总线之一。在车载各电子控制装置 ECU 之间交换信息，形成汽车电子控制网络。总线是模块间运行数据的通道，即所谓的信息高速公路。数据总线可以实现在一条数据线上传递的信号能被多个控制单元（系统）共享。

1）CAN 为多主方式工作，即网络上任一节点均可在任意时刻主动地向网络上其他节点发送信息，而不分主从，通信方式灵活。

2）CAN 网络上的节点信息分成不同的优先级，可满足不同的实时要求。

3）CAN 的每帧信息都有 CRC 效验及其他检错措施，保证数据出错率极低。

4） CAN 的通信介质可为双绞线、同轴电缆或光纤，选择灵活。

5）CAN 节点在错误严重的情况下具有自动关闭输出的功能，以使总线上其他节点的操作不受影响。

776. 怎么检测 CAN 系统节点故障？

节点故障是电控模块的故障，它包括软件故障和硬件故障。其中硬件故障一般是指芯片和集成电路的故障，造成汽车信息传输系统不能正常运行。软件故障主要是指汽车信息传输系统通信出现故障，造成控制系统失灵。

对于节点的故障，一般只有采用替换控制单元的方法进行检测，然后读取故障码来排除。

777. 怎么判断 CAN 系统通信线路故障？

当汽车信号传输系统出现通信线路故障时，会导致通信线路短路，通信信号失真，还可能会引起电控系统错误动作。判断链路是否出现故障，一般采用汽车专用光纤诊断仪来检查通信数据信号是否与标准数据相符，如果出现异常说明线路出现故障。

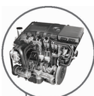
778. 怎么检测 CAN 系统电源系统故障？

汽车信息传输系统的核心部分是电控模块，电控模块的正常工作电压在 10.5 ~ 15.0V 的范围内。当汽车电源系统提供的正常工作电压低于此值，就会造成一些对工作电压要求高的电控模块出现停止工作的状态，从而使整个汽车信息传输系统出现无法通信的故障。

检查时应首先检查蓄电池的电压、各接头连接情况、相关的熔丝、发动机与车身的搭铁是否良好以及相应控制单元的电源供给等情况，还应检查发电机的输出电压是否正常等。

779. 怎么检修和排除朗逸轿车电动车窗不能升降的故障？

（1）故障信息 朗逸轿车，右前电动车窗不能升降。接通点火开关操纵左前车门上的右前升降器开关 E81，右前电动车窗不能升降，操纵右前车门上的升降器开关 E107，升降器也不能升降，故障与客户描述一致。经检查除右前车门升降器不能升降外，其他 3 个车门均能正常升降。



（2）检查和排除　执行故障诊断仪，进入网关安装列表检查故障，发现电子中央电气系统存在故障。故障码 01332——乘客侧车门控制单元 J387 无信号/通信。

根据故障码含义，初步分析造成该故障的原因可能是右前车门控制单元的供电、搭铁或 LIN 总线断路。

拆下仪表板左侧熔丝盖，测量 SC36 号针脚两端对地的电压约为蓄电池电压。然后再拆下右前车门饰板，拔下 J386 的插头测量 T6d/3 号针脚与 T6d/4 号针脚的电压，约为蓄电池电压，这说明控制单元的供电及搭铁正常。

左前车门控制单元的 LIN 总线也是连接 T73b/17 号针脚，而左前升降器能正常升降，右前升降器不能升降，可能是连接右前车门控制单元的 LIN 总线断路。测量 T73b/17 号针脚与 J387 的 T6d/5 号针脚之间的通断，结果这根线处于断路。这样就可以确定是 LIN 总线断路，经过检查在靠近右前车门的中间位置发现 UN 总线断开。修复 LIN 总线，升降器恢复正常工作。

780. 怎么检修和排除右前车门车窗玻璃升降器不能升降的故障？

（1）故障信息　某 2012 年生产的 POLO 轿车，右前车门升降器不能升降。

（2）检查和排除　升降器开关的状态是通过 LIN 总线连接 BCM，通过 BCM 读取到升降器开关的状态，如果右前车门控制单元的供电、接地或 LIN 总线连接不正常，升降器开关的状态不可能通过 BCM 读出。既然升降器开关的数据能读出，就表明以上连接都正常，故障可能是右前车门升降器控制单元损坏。更换右前车门升降器控制单元，检查升降器能正常升降，故障排除。

781. 怎么检修和排除天窗故障？

（1）故障信息　某新帕萨特轿车，天窗不能关闭。接通点火开关，旋转天窗开关，发现天窗没有任何反应。

执行故障诊断仪检测，发现是不可进入天窗控制单元的诊断信息，该故障的原因最大可能是天窗开关、带有电动机的控制单元 J245 及相关的线束存在故障。

（2）检查和排除　尝试使用引导性故障查询检查故障，发现天窗控制器存在一个故障，故障码为 02071，含义：数据总线（LIN）电路中有电器故障。经过查看天窗系统的电路图发现天窗控制单元 J245 通过 LIN 数据线连接数据总线诊断接口（网关）J533，LIN 线用于向 J245 传递接通点火开关的信号及便捷关闭天窗的信号。根据故障码的含义初步分析该故障的原因可能是 LIN 数据线存在短路。该车天窗不能关闭的故障不是 J245 损坏引起的。

J245 的 LIN 线是连接 J533 的 T20c/2 号针脚，该针脚的 LIN 线还连接仪表板中间的时钟。当调节组合仪表的时间时，仪表板中间的时钟是通过 LIN 线同时自动调整的。当该 LIN 线存在故障时，调节组合仪表的时间，仪表板中间的时钟不能同时自动调整。尝试调节组合仪表的时间，发现仪表板中间的时钟的确不能同时自动调整，这说明 LIN 线确实存在故障。

该车的 J533 安装位置在制动踏板支架的右侧，拔下 J533 的插头，发现插头的针脚有进过水的现象，故障点已经找到。对进过水的插头进行处理，将插头装回，检查故障已排除。

782. 机油压力报警系统电路是怎样控制的？

油压指示灯安置在仪表板上，两端并联了一个稳压二极管。油压指示灯采用红色发光二极管，其正端串接的附加电阻为 330～500Ω，当正向电压大于 2V 时便能导通点亮，它会根据油压检查控制器的指令信号闪亮而发出报警指示。

油压检查控制器固装在里程表框架上，内置集成电路和报警蜂鸣器。J114 为系统的控制中枢。它根据低压油压开关和高压油压



开关监测到的信号，发出油压指示灯是否闪亮和油压报警蜂鸣器是否鸣叫的指令信号。图4-43为J114的实物接脚图。J114是8脚集成电路，其中4脚接电源正极，2脚搭铁接电源负极，1脚接转速信号，5脚接高压开关F1，6脚接低压开关F22，3脚接油压指示灯K3负端。

783. 机油压力低压开关是怎样控制的？

低压开关F22（图4-43）安装在气缸盖上主油道的后端，绝缘体为褐色：上标有“（0.3±0.15）bar”字样（lbar=100kPa）用以感受缸盖油道的油压。F22为常闭型开关，当感受的机油压力高于（30±15）kPa时，开关断开。低压开关利用外壳直接搭铁，向J114输送低油压信号。在发动机工作中，如果低压油压开关的触点接通，油压指示灯就会闪亮。所以这种报警为闭路报警和灯光报警。

784. 机油压力高压开关是怎样控制的？

高压开关F1（图4-43）安装在机油滤清器支座上，其绝缘体为白色，上标有“（1.8±0.2）bar”字样，接线颜色为蓝/黑色，用以感受缸体主油道的油压。F1为常开型开关，当感受的油压高于（180±20）kPa时，开关闭合，高压开关也是外壳搭铁，向J114输送高油压信号。在发动机工作中，如果高压油压开关中的触点断开，油压指示灯报警闪亮，油压蜂鸣器也同时发出声响。所以，这种高压报警为开路报警和声光报警。

从点火线圈初级负端引出导线到控制器1脚，向J114输送发动机转速信号。

785. 机油压力控制过程是怎样的？

电路如图4-43所示，开关和触点所处的状态是发动机静止时各开关与触点的状态。在汽车起动时，油压指示灯先闪亮一会儿，发动机起动后马上熄灭（发动机起动过程中点火开关接通的瞬间，发动机是静态，直至机油压力建立之前，低压油压开关都是导通的，所以油压指示灯闪亮）。在发动机起动后，当机油压力达到30kPa时，低压油压开关断开，油压指示灯不再闪亮。当发动机转速高于2150r/min时，只要机油压力小于180kPa，高压油压开关将成为开路，油压检查控制器中的电子线路被触发，油压指示灯闪亮并伴有蜂鸣声。在机油压力正常的工况下，高压油压开关则是闭合的。

786. 怎么检查机油压力系统线路？

1）将发动机熄火，接通点火开关，油压指示灯应闪亮，此时蜂鸣器不可鸣响。

2）发动机转速低于2150r/min，拔下低压油压开关的电线接头，并在车体或发动机上搭铁（相当于低压油压开关触点闭合），此时，油压指示灯应闪亮，蜂鸣器应不鸣响。

3）发动机转速高于2150r/min，拔下高压油压开关的电线接头，但不要接到车体上（相当于让高压油压开关开路），此时油压指示灯应闪亮，蜂鸣器应鸣响。如果达到以上要求，说明油压检查控制器与相关线路是正常的。

787. 凯越轿车燃油油位传感器是怎么控制的？

燃油油位传感器控制电路如图4-51所示，当转动点火钥匙时，发动机控制模块的K51号脚发送一个5V的电压信号给燃油液位传感器的1号脚，燃油液位传感器通过液位浮子可变电阻的阻值将反馈电压回送给发动机控制模块的K34号脚，经过控制模块内部程序处理后，通过发动机控制模块的K30号脚传送一个脉宽调制信号给组合仪表的B3号脚，组合仪表接收到此信号后，通过内部程序处理后，将燃油液位显示出来。

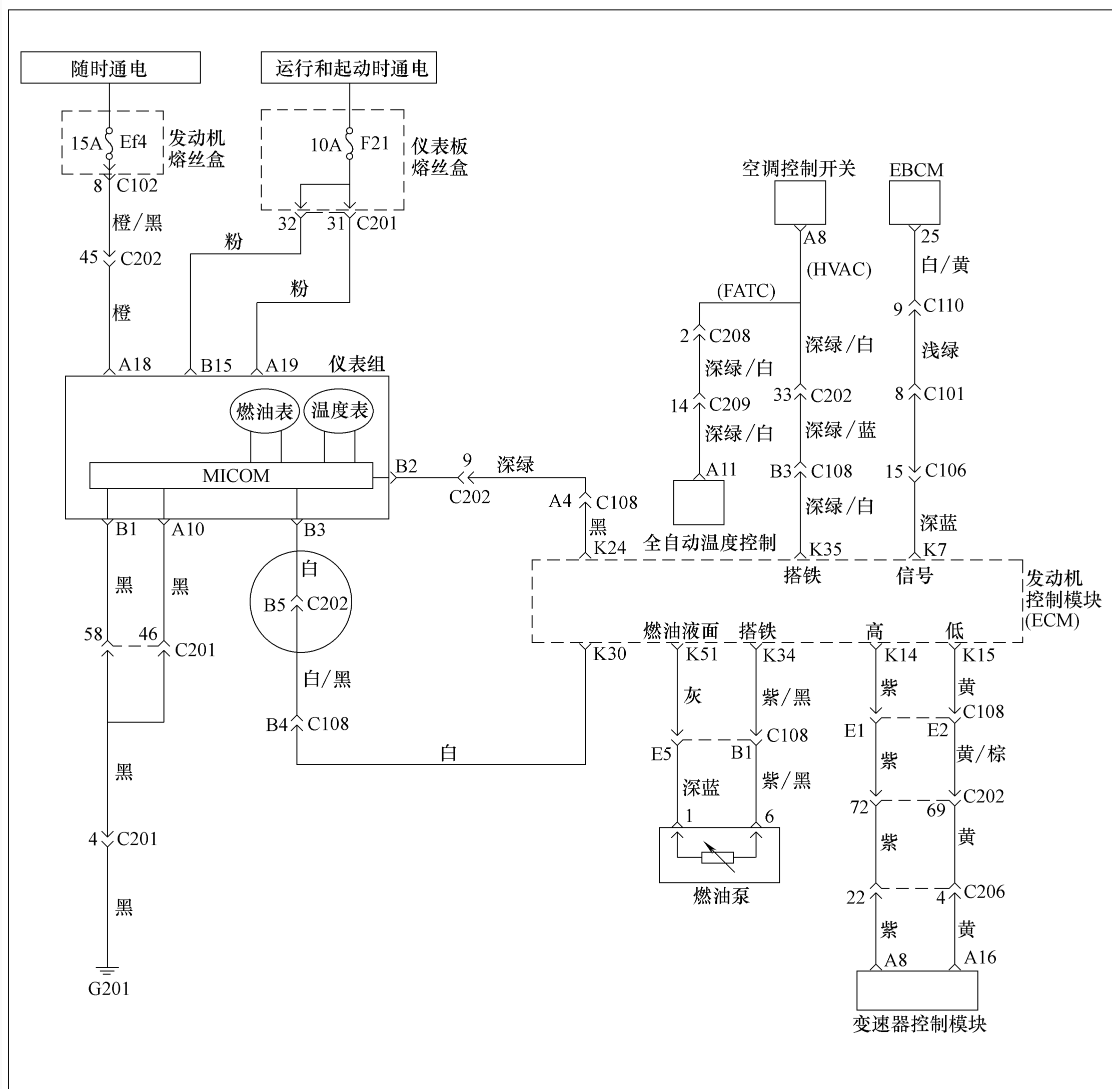


图 4-51 凯越组合仪表电路图

788. 怎么检修凯越轿车燃油表常见故障？

燃油表常见故障为油位传感器发生故障所导致。

某别克凯越轿车，燃油箱里有足够的燃油，但组合仪表的燃油表有时不显示。行车一段时间，燃油表指针缓慢上升，直到显示实际油位。

1）用万用表测量燃油液位传感器到发动机控制模块（ECM）的传输线，无断路和短路现象，线路连接良好。

2）测量发动机控制模块仪表的传输线，导通。

这样可以判断液位传感器受外界气温的影响而无法传输反馈信号给发动机控制模块，更换了液位传感器故障排除。

789. 凯越轿车燃油表有什么特殊故障？

凯越轿车还出过这样的故障：燃油表插接器接触不良，由于C202插头（见图4-51）内有水汽，造成插脚接触不良，燃油表故障现象。当起动发动机或车辆行驶一



段时间后，车内温度上升，加上车辆的颠簸，使线路又碰巧连接上了，所以故障呈间歇性。

790. 怎么排除新帕萨特轿车电子驻车指示灯报警故障?

（1）故障信息　某 2012 款的新帕萨特轿车，电子驻车指示灯（黄灯）有时报警。接通点火开关，检查组合仪表上没有出现电子驻车指示灯（黄灯）报警。出现故障时关闭点火开关再重新打开，故障灯熄灭。

（2）检查和排除　故障诊断仪执行进入网关安装列表检查故障，发现驻车制动器存在故障，进入驻车制动器检查故障码，发现存在 1 个故障码 C100D12——左侧停车制动器电动机供电电压对正极短路（偶发性故障）。

由于车辆现在没有出现故障，在驻车控制单元内只有一个偶发性的故障码，先清除故障码行驶观察。初步分析造成该故障的原因可能有两个：一是左侧制动器电动机供电线对正极短路或控制单元有故障；二是驻车制动器控制单元出现故障。

该车左侧制动器电动机 V282 的正极端子 T2dy/1 通过红/黄色导线连接驻车制动器控制单元的 T30/14 针脚。驻车制动器控制单元安装位置在变速杆后部中央通道下方。检查左侧制动器电动机的线束没有发现对正极短路。拆下中央通道拔下驻车控制单元的插头，检查没有出现进水的现象。再将车内后部地毯拆开检查连接驻车制动器电动机的红/黄色导线是否存在与其他正极线短路，经检查不存在对正极短路。

经过以上检查已排除线束对正极短路造成的故障。造成该故障的原因可能是驻车制动器控制单元有故障。更换驻车控制单元，故障排除。

791. 怎么检修新帕萨特轿车发动机部件供电继电器故障?

（1）故障信息

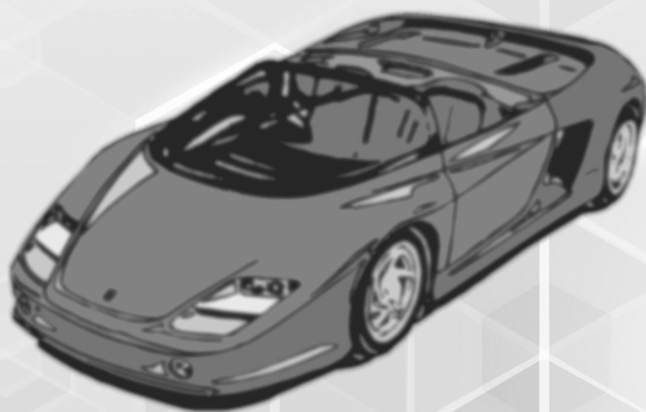
某 2012 款新帕萨特轿车，装配 CEA1.8TSI 发动机，搭载 0AM 7 速双离合变速器，该车电子节气门控制系统指示灯 EPC 及尾气排放系统 OBD 灯报警、起动时间长及加速无力。

（2）检查和排除　执行故障诊断仪检测，发现发动机电控系统存在两个故障。故障码 00135——燃油油轨/系统压力过低（静态）、故障码 12423——发动机部件供电继电器电路电气故障（静态）；选择读取测量值功能，查看高压燃油压力为 0.7MPa。

初步分析造成该故障的原因与高压燃油压力低有关，发动机部件供电继电器 J757 是给燃油压力调节阀 N276 供电。如果 J757 没有给 N276 供电，对于 N276 就是断电状态，而该发动机的 N276 在断电状态下，就会对高压燃油系统的压力泄压。考虑到 J757 是给 N276 供电，控制单元存储了 J757 的故障，这表明故障原因可能是 J757 的相关线束存在断路或 J757 自身存在故障。经检查发现该继电器没有插紧，重新安装继电器，起动发动机检查高压燃油压力为 4MPa，故障排除。

第五章

底盘维修攻关精练







第一节 通识知识与技能

792. 钢板弹簧式非独立悬架的结构是怎样的?

钢板弹簧中部通过U形螺栓固定在前桥上。钢板弹簧的前端卷耳用弹簧销与前支架相连，形成固定式铰链支点，起传力和导向作用；而后端卷耳则用吊耳销与可在车架上摆动的吊耳相连，形成摆动式铰链支点，从而保证了弹簧变形时两卷耳中心线间的距离有改变的可能。

减振器的上、下两个吊环通过橡胶衬套和连接销分别与车架上的上支架和车桥上的下支架相连接。盖板上装有橡胶缓冲块，以限制弹簧的最大变形，并防止弹簧直接碰撞车架。

793. 钢板弹簧式非独立悬架有什么特别作用?

1）当汽车空载或实际装载质量不大时，副钢板弹簧不承受载荷而由主钢板弹簧单独工作。在重载或满载情况下，车架相对车桥下移，使车架上副簧滑板式支座与副簧接触，主、副簧共同参加工作，一起承受载荷而使悬架刚度增大，以保证车身振动频率不致因载荷增大而变化过大。

2）在小载荷时，仅主簧起作用，而当载荷增加到一定值时，副簧开始与主簧接触，悬架刚度随之相应提高，弹簧特性变为非线性。当副簧全部接触后，弹簧特性又变为线性的。这种渐变刚度钢板弹簧的特点是副簧逐渐地起作用，因此悬架刚度的变化比较平稳，从而改善了汽车行驶的平顺性。

794. 什么是螺旋弹簧式非独立悬架?

螺旋弹簧式非独立悬架一般只用于轿车的后悬架。两根纵向推力杆的中部与后桥焊接为一体，前端通过带橡胶的支承座与车身做铰链连接，后端与轮毂相连接。纵向推力杆用以传递纵向力及其力矩。整个后桥、纵向推力杆及车轮可以绕支承座的铰支点连线相对于车身作上、下纵向摆动。

螺旋弹簧的上端装在弹簧上座中，下端则支承在减振器外壳上的弹簧下座上，它只承受垂直力。减振器的上端与弹簧上座一起装在车身底部的悬架支座中，下端则与纵向推力杆相连接。

795. 独立悬架有什么特点?

1）由于左右车轮的运动相对独立、互不影响，可以减少行驶时车架或车身的振动，同时可以减弱转向轮的偏摆。

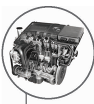
2）独立悬架的非簧载质量小，可以减小来自路面的冲击和振动，提高了行驶的平顺性。簧载质量是指汽车上由弹性元件支承的质量；而非簧载质量是指弹性元件下吊挂的质量。对于非独立悬架，整个车桥和车轮都属于非簧载质量，而对于独立悬架，只有部分车桥是非簧载质量，主减速器、差速器、壳体等都装在车架或车身上，成为簧载质量，所以独立悬架的非簧载质量要比非独立悬架的小。

3）独立悬架与断开式车桥配用，可以降低汽车的重心，提高汽车行驶的平顺性。

796. 双叉臂式悬架有什么特点?

1）双叉臂式悬架拥有上下两个叉臂，横向力由两个叉臂同时吸收，支柱只承载车身重量，因此横向刚度大。

2）双叉臂式悬架的上下两个A字形叉臂可以精确地定位前轮的各种参数，前轮转弯时，上下两个叉臂能同时吸收轮胎所受的横向力，加上两叉臂的横向刚度较大，所以转弯的侧倾较小。



797. 麦弗逊式独立悬架有什么特点？

1）麦弗逊式独立悬架目前在轿车中应用得很广泛。

2）麦弗逊式独立悬架结构较简单，布置紧凑，用于前悬架时能增大两前轮内侧的空间，故多用于发动机前置前轮驱动的轿车上（如捷达，桑塔纳等）。

3）前轮采用麦弗逊式独立悬架时，前轮定位各参数的变化较小，除前束可调整外，其他参数有的车型规定不可调整，有的车型则规定可以调整。

798. 多连杆式独立悬架有什么特点？

多连杆式独立悬架是由一些杆、筒以及弹簧等简单构件组成的组合悬架。

从结构上看，多连杆仅是由一些杆、筒以及弹簧等简单构件组成，但却是一个非常难达到完美要求的汽车总成，这是因为悬架既要满足汽车操纵稳定性的要求，又要保证汽车的舒适性要求。

799. 前悬架的作用是什么？

在不平路面上行驶时对驾驶人起到隔振作用；确定了车辆的行驶平顺性和操控性。

前悬架吸收了车轮在不平路面上行驶时的冲击能量，并将此能量分散到整个悬架系统中。此过程在乘客和路面之间起到隔振作用。悬架系统分散能量和吸收能量之比确定了车辆的行驶平顺性。行驶平顺性已被设计到悬架系统中，无法调整。

800. 前悬架的原理是什么？

当车辆在不平路面上行驶时，悬架系统必须让轮胎和车轮总成能够进行垂直运动，同时使轮胎保持与路面水平。这就要求转向节悬挂在下控制臂和滑柱总成之间。下控制臂在控制臂的最外点与转向节相连。此连接是通过球节实现的。控制臂的最内端通过半刚性衬套在两个点与车架连接。转向节的上部与滑柱总成连接。滑柱总成通过一个上轴承与车身连接。转向节可独立于车身结构和车架上下移动。

当车辆驶过颠簸路面时，转向节的上下运动大部分被螺旋弹簧吸收。弹簧在滑柱总成上保持张紧状态。滑柱与此系统配合使用，可缓冲螺旋弹簧的振动。滑柱实质上是一个液压缸。滑柱内充满油液，并有一根可移动的轴与滑柱内的活塞相连。减振器内的阀门对油液的流动产生阻力，从而阻止活塞和轴快速运动。减振器的每端都采用这种方式连接，以便利用单个弹簧的反作用力。滑柱的每一端是悬架系统与车辆的连接点并作为螺旋弹簧座。这可使滑柱利用阻尼操作单独减小弹簧的反作用力。下控制臂可以在车架上沿垂直方向转动。球节使转向节与路面保持垂直。

801. 稳定杆的作用是什么？

前悬架系统装有一个稳定杆。稳定杆通过稳定连杆和稳定杆减振块连接在左、右下控制臂总成之间。稳定杆可以控制车辆转向时悬架系统的独立位移量。对独立位移量的限制确定了车辆转向时的操控特性。

802. 典型的后悬架结构是怎样的？

独立悬架的调整是通过可调节后连接杆和下控制臂实现的。后螺旋弹簧固定在车身和下控制臂之间。橡胶隔振垫在顶部和底部都对螺旋弹簧进行了隔离。后悬架由两个连接至转向节和加强车身部位的减振器组成。

车辆的半独立式扭力横梁后悬架系车桥总成通过位于整体式纵臂前部的橡胶衬套和支架连接至车身底部。用螺栓将支架安装到车身底部纵梁。车桥结构本身保持车轮与车身中心线的几何相对位置。

803. 空气悬架的作用是什么？

实时调整空气悬架减振器的刚度和阻尼系数。



1）电控空气悬架通过电子控制单元计算悬架的受力及感应路况，实时调整空气悬架减振器的刚度和阻尼系数。

2）电控空气悬架系统通过气压减振器与活塞整合为一体的电磁阀，可以根据需要在15～20cm内对每个压杆的阻尼进行调节，而减振器上的车轮加速传感器可以为方向操作性和稳定性提供最佳减振力。

804. 电控空气悬架减振器的结构原理是什么？

减振器的阻尼力大小主要由该阀的液体流动阻力来决定的。

（1）减振支柱　为了能以最佳的承载宽度来达到行李箱的最大利用容积，后桥的空气弹簧直径就被限制到最小的尺寸。而为了满足舒适要求，空气的体积又不能太小，为了解决这个矛盾，使用了一个与减振器连在一起的储气罐，用于额外供应空气。

（2）减振器

1）结构。采用的是双管式充气减振器，该减振器具有电动连续可调功能，活塞中的主减振阀是通过弹簧来预张紧的，在该阀的上面有一个电磁线圈，连接电缆通过中空的活塞杆通往外部。

2）工作过程。减振器的阻尼力大小主要由该阀的液体流动阻力来决定的。流过该阀的液压油的阻力越大，减振的阻尼力也就越大。

805. 电控空气悬架空气总成的结构是怎样的？安装在什么位置？

空气供给总成的结构及组件如图5-1所示。

空气供给总成安装在发动机室内左前部，这样就可避免在乘员舱内产生噪声，而且还可以实现有效的冷却效果。因而这种布置可以延长压缩机的接通时间，从而提高调节的质量。

为了防止压缩机过热，在必要时（气缸盖温度太高）空气供给总成会被切断。最大静态系统压力为1.6MPa。

电磁阀体内包含有压力传感器以及用于控制空气弹簧和蓄能器的阀（图5-2）。

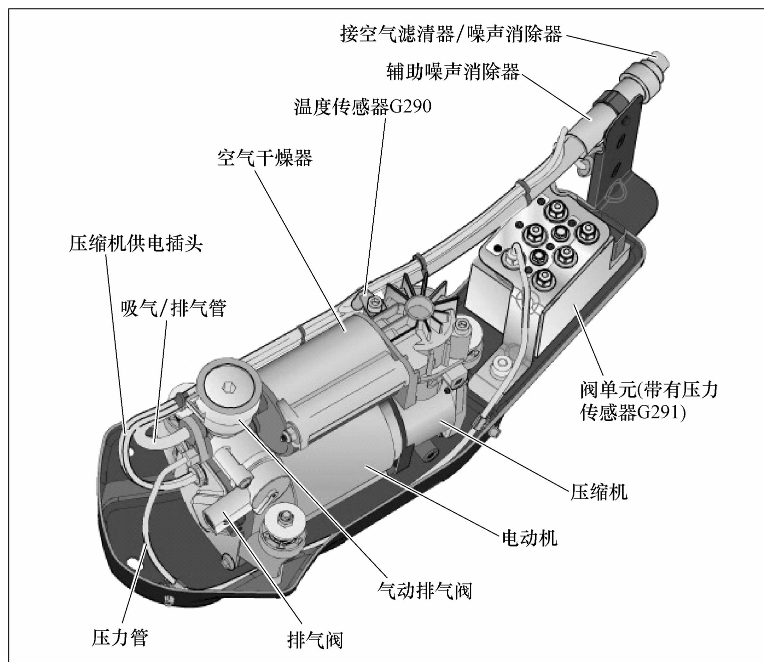
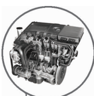


图5-1　空气供给总成结构及组件



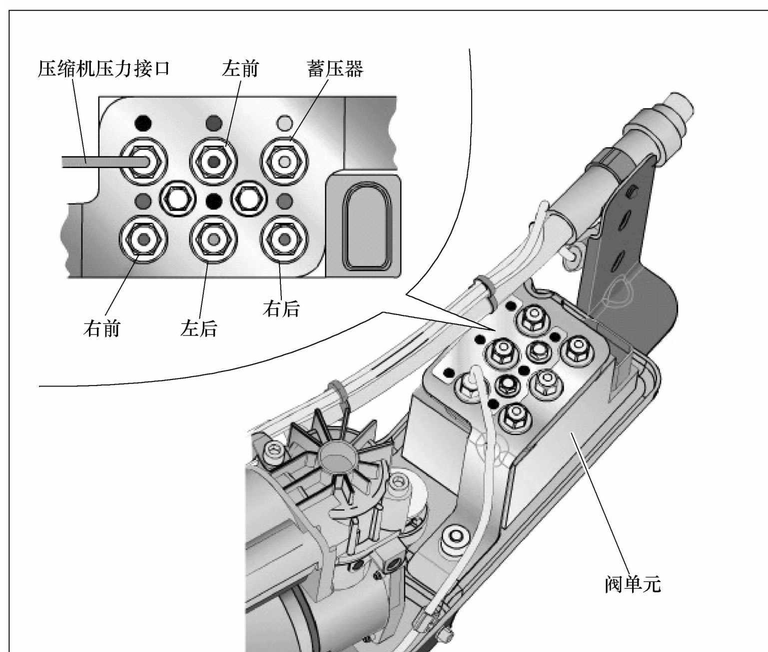


图 5-2　电磁阀

806. 什么是扭转梁式悬架？

扭转梁式悬架只在后悬架中使用。其基本结构是左右两端各有一根纵向拖曳臂，一头与车身相连，一头与车轮相连。在两个纵向拖曳臂之间有一根钢梁，这根钢梁可以被扭转，类似于平衡杆的作用。减振器和弹簧一般布置在拖曳臂与车轮相连的位置。

纵臂扭转梁悬架一般只会与整体桥悬架相混淆，因为在车轮之间都会有一根粗壮的钢梁。需要注意的是这根钢梁连接的位置，如果连接点与车轮中心相连，就是整体桥；如果不是，则属于纵臂扭转架。

807. 电控空气悬架压力传感器的结构原理是怎样的？作用是什么？

压力传感器采用的是电容测量原理。进行信号输出。

1）奥迪压力传感器 G291。该传感器是在电磁阀体内。

2）压力传感器测量的是前、后桥减振支柱的压力或蓄压器内的压力。

3）压力传感器采用的是电容测量原理。将要测量的压力会使得陶瓷膜片发生偏移，于是安装在这个膜片上的电极和固定在传感器壳体上的对应电极之间的距离就发生了变化。

这两个电极构成了一个电容器，两电极之间的距离越小，这个电容器的电容就越大。传感器内部集成的电子装置会测量出这个电容值并将它转换成一个线性输出信号。

808. 电控空气悬架车身速度传感器的结构是怎样的？作用是什么？

为了使得车辆在任何行驶状态都能获得最佳的减振效果，就需要知道在这段时间内车身的运动情况（悬架质量）和车桥部件（非悬架质量）的特性。车身的加速度由 3 个传感器来测量。这其中的两个传感器装在前桥减振支柱座上，第三个传感器位于右后车轮罩内。车桥部件（非悬架质量）的加速度是通过分析车辆水平传感器信号而确定的。

这些传感器是通过支架用螺栓固定在车



身上的。传感器和支架是通过卷曲折边的方式连在一起的。

809. 电控空气悬架车身水平传感器是怎样的?

大众奥迪轿车每个轮侧悬架安装一个车身水平传感器即 G76、G77、G78、G289。

车身水平传感器将接收叉形臂和车身之间的距离（也就是车身水平信息）。

传感器是以 800Hz（四轮驱动车是以 200Hz）的频率来工作的，这个频率足以确定非悬架质量的加速度。

810. 主动车身稳定控制系统的组成部件有哪些?

主动车身稳定控制系统（Active Body Control，简称 ABC）是主动悬架系统先进技术的代表。

汽车主动悬架控制系统主要由前车身高度传感器、后车身高度传感器、转向盘转向与转角传感器、节气门位置传感器和车速传感器、控制开关、电子调节悬架电控单元和执行器等组成。

811. 主动悬架的基本特点是什么?

主动悬架控制系统的基本要求是，在汽车行驶路面、行驶速度和载荷发生变化时，自动调节车身高度、悬架刚度和减振器阻尼的大小，从而改善汽车的行驶平顺性。

812. 主动悬架主要有什么类型?

汽车主动悬架控制系统主要有主动车身稳定控制系统、连续性阻尼控制系统等。

813. 主动车身稳定控制系统的特点是什么?

ABC 系统使汽车对侧倾、俯仰、横摆、跳动和车身高度的控制都能更加迅速、精确。车身的侧倾小，车轮外倾角度变化也小，轮胎就能较好地保持与地面垂直接触，使轮胎对地面的附着力提高，以充分发挥轮胎的驱动、制动作用。汽车的载重量无论如何变化，汽车始终以悬架的几何形式保持车身高度不变。

814. 什么是连续性阻尼控制系统?

连续性阻尼控制系统（Continuous Damping Control，CDC）是一种智能识别道路状况的最新汽车减振系统。

CDC 由电子控制单元、CAN、4 个车轮垂直加速度传感器、4 个车身垂直加速度传感器和 4 个阻尼器比例阀组成。CDC 的工作原理是，电子控制单元根据传感器传来的信号和用户给予的控制模式，经过运算分析后向悬架发出指令，悬架可以根据电子控制单元给出的指令改变悬架的刚度和阻尼系数，使车身在行驶过程中保持良好的稳定性能，并且将车身的振动响应控制在允许范围内。

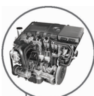
815. 什么是底盘线控系统?

汽车底盘线控系统的核心是线控驱动系统、线控转向系统和线控制动系统。

线控系统是执行机构和操纵机构两者没有机械联结和机械能量的传递，驾驶人的操纵指令通过传感器件感知，再采用电信号等形式经过网络传递给执行机构与电子控制器。其中，执行机构利用外部能源完成相应的任务，而其执行的整个过程和执行结果受电子控制器的控制与监测。

汽车底盘线控系统的核心是线控驱动系统、线控转向系统和线控制动系统。线控驱动系统是电子控制器根据驾驶人指令来控制发动机的转速和方向，并且通过加速踏板来控制发动机输出转矩的大小。

线控转向系统由转向系统、电子控制系统和转向盘系统 3 部分组成，去除了转向轮与转向盘之间的机械连接装置，使得其自身与其他系统更加协调。线控制动系统由接收单元、踏板行程传感器和制动踏板等组成，经制动控制器接收车轮传感器信号、踏板信



号与制动信号来控制车轮制动。

816. 什么是连续控制底盘系统？有什么作用？

连续控制底盘系统（Continuously Controlled Chassis Concept，4C）由电子控制全时四轮驱动系统和持续调校悬架系统构成。

连续控制底盘系统可利用纵向、横向、滚动及倾斜感应器，加上车轮速度、转盘角度、输出马力及制动力等数据，对动力分布及悬架做出调节。

817. 连续控制底盘系统的原理是什么？

连续控制底盘系统的基本工作原理：分布在底盘的相应传感器可测量车身相对于道路的纵向、横向和垂直方向的加速度，并通过防抱死制动器和稳定控制系统来测量每个车轮的旋转和垂直运动，转向盘的偏转角、速度、转向，发动机转矩以及各种紧急障碍数据等，整个过程以电子线路的形式与轿车全轮驱动系统相连接。由传感器收集上来的数据主动上传给微处理器，再由微处理器将这些信息反馈给减振器，并以500次/s的速度刷新。

818. 带有车身水平高度控制和高度调节功能的空气悬架系统有什么特点？

例如，保时捷Cayenne E2轿车空气悬架系统是带有车身水平高度控制和高度调节功能的空气悬架系统，在配备该空气悬架系统的车辆上，驾驶人可以设置五种不同的水平高度，系统将自动调整到预先选定的水平高度，从而与车速达到匹配，在车辆装载的状态下，车辆的高度仍自动保持恒定。各个水平高度只能在发动机运转时设置，不允许车辆在一般地形或特殊地形设置下在公路上行驶。

819. 不同的水平高度是怎么设置的？

水平高度的设置有一般地形高度，特殊地形高度，低位高度，装载高度。

例如，保时捷Cayenne E2轿车空气悬架系统，标准水平高度设置下的离地间隙约为190mm。

820. 一般地形高度是怎么设置的？

一般地形高度（加高高度Ⅰ）用于越野行驶、野外道路和丛林道路等，与标准高度相比，车辆升高约28mm（前桥）和25mm（后桥）。越野驾驶程序启用后，车辆自动升高到一般地形高度。一般地形高度只能在车速低于80km/h时手动选择，车速超过80km/h（越野驾驶程序启用后为100km/h）时，车辆将自动降至标准高度。

821. 特殊地形高度是怎么设置的？

特殊地形高度（加高高度Ⅱ）仅用于极其复杂艰难、需要最大离地间隙的地形。与标准高度相比，车辆升高约58mm（前桥）和55mm（后桥）。特殊地形高度只能在车速低于30km/h时手动选择，车速超过30km/h时，车辆自动降至一般地形高度。

822. 低位高度是怎么设置的？

（1）低位高度Ⅰ　低位高度Ⅰ用于高速行驶，当车速超过138km/h时，车辆与标准高度相比自动降低约22mm（前桥）和25mm（后桥）。当车速下降到80km/h以下持续约10s或40km/h以下时，车辆自动升高到标准高度。如果使用中控台上的跷板开关手动设置了低位高度，在车速低于40km/h时低位高度仍然起作用。

（2）低位高度Ⅱ　低位高度Ⅱ用于高速行驶，当车速超过210km/h持续40s以上时，车辆与标准高度相比自动降低约32mm（前桥）和35mm（后桥）。当车速下降到170km/h以下持续60s或下降到120km/h以下时，车辆自动升高到低位高度Ⅰ。

823. 装载高度是怎么设置的？

设置装载高度便于向行李厢内装载物



品，但是存在损坏底盘部件、总成和车身底部的风险，如果车辆在装载高度状态下的离地间隙不足，当车辆从路缘上驶下时可能会发生拖底，因此在起步之前务必切换到标准高度。装载高度下车辆与标准高度相比降低约52mm（前桥）和55mm（后桥），在车速超过5km/h时，车辆自动升高到标准高度。

824. 转向节是怎样的？

由于车桥负荷的不同，导致转向节（轴承、法兰）型号也有所不同。例如奥迪轿车，所有的四缸发动机和六缸汽油发动机使用的都是直径为85mm的轴承；所有的其他发动机（车桥负荷高）使用的都是直径为92mm的轴承。车轮轴承上有一个卡环，用于安装车轮转速传感器。

转向节是一个铝制锻件，导向杆和下支承臂通过压入的镀锌-铁衬套来支撑。由于车轮轴承的尺寸不同，所以有两种转向节。

如果装配操作时发生意外，法兰与轴承安装配压时比较有阻力，应立即停止安装并进行检查，必要时更换新的轴承（新轴承安装时如果操作发生意外，则还需要再更换新的轴承）。

825. 梯形连杆是怎样的？

梯形连杆是车轮轴承座与副车架之间在下部的连接件。

1）梯形连杆是砂型铸铝件，它是车轮轴承座与副车架之间在下部的连接件。

2）稳定杆的连接杆现在固定在梯形联杆上。

3）副车架上的支承采用非对称分裂式粘结橡胶轴承，它可以改善负载变化时（如制动和转弯）的自转向特性。

826. 上部横向导臂是怎样的？

上部横向导臂用来在上面连接车轮轴承座和副车架。

上部横向导臂是铝制锻件，用于连接车轮轴承座和副车架的。车身通过减振支柱支承在横向导臂上。奥迪车上首次使用了一种新的支承元件，即粘结橡胶一金属轴承，它在轴向有裂缝，因此就能以最小的变形来吸收较大的轴向力。但该轴承仍能保持扭转柔性，这样在横向导臂扭转时就不会有阻力了。

827. 转向系统的作用是什么？有哪些重要组成机构（部件）？

转向系统决定车辆行驶的方向，该系统负责车辆平稳、稳定以及安全的转向。它必须稳固和完全可靠。转向系统由3个基本结构组成：

（1）转向操纵机构　转向操纵机构是指通过驾驶人的转动，从而使车辆转向的零件，包括转向盘、转向轴和转向管柱。

（2）转向机　转向机降低转向轴转动速度的同时，将转向轴的转动传递给转向传动机构。转向机箱体总成直接连接到车架。

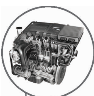
（3）转向传动机构　转向传动机构除了将齿轮运动传递给前轮外，还要保持左右轮之间的正确关系。例如，转向传动机构包括转向摇臂、直拉杆、转向节臂和横拉杆等。

828. 转向操纵机构是怎样的？

转向操纵机构部件包括转向盘、转向轴、转向管柱和转向轴万向节。点火钥匙开关部件安装在转向管柱盖中。为了安全，转向盘移动可以通过取出点火钥匙和使用螺栓锁止，然后将轴固定到转向管柱上。某些转向系统可能具有倾斜调整或伸缩装置，以使驾驶更舒适。

829. 转向管柱和转向轴的安装结构是怎样的？

转向轴位于转向管柱内部。转向管柱支承转向轴并将其固定到位，转向轴顶部为转向盘，底部为挠性连接或万向节，以及其他将转向盘转动传递到转向机的零件。



在某些齿轮齿条式转向系统上，从转向盘至转向机的角度变化非常明显，需要一个中间齿轮箱。

830. 可收缩转向操纵机构的安装结构是怎样的?

可收缩转向盘和转向管柱用于防止驾驶人在事故中受到严重伤害。在碰撞开始过程中可收缩转向管柱被压下，在防止转向盘伤害驾驶人的同时，也缓冲了驾驶人与转向盘的二次碰撞。通过沿转向管柱垂直收缩，碰撞的能量被转向轴或转向管柱吸收。

转向轴分为两部分。一部分连接在内部，另一部分传递转矩。通过细齿或平行边沿防止它滑动或转动。还可以使用模压销（塑料）将轴的两部分连接起来，防止间隙过大。这种结构允许塑料销在碰撞开始过程中折断，转向轴将向内压缩，使作用到驾驶人身上的力得到缓冲。

831. 转向机的类型有哪些?

转向机有循环球（RB）式和齿轮齿条（RP）式两种。这两种形式的转向操纵机构几乎用在当今所有车型上。RB 式通常用于商用车辆上，RP 式用于乘用车上。与 RP 式相比，RB 式具有两个优点。一个是可靠性比较高，另一个是受轮胎反冲力的影响较小，轮胎反冲会引起转向操纵机构振动。另一方面，RP 式也具有两个优点。一个是重量较轻，另一个是结构更简单，即成本更低。

832. 什么是循环球式转向机构?

采用独立悬架时，每端带有球铰的侧杆将转向摇臂的运动传递给转向节臂。这种结构允许左右车轮相互独立地垂直运动。相对转向摇臂对称地安装有一个惰性臂。惰性臂作为一个方向上的支点。惰性臂内的橡胶弹簧（衬套）防止路面振动直接影响转向盘。

833. 什么是齿轮齿条式转向机构?

当转向盘转动时，运动通过齿条到达左右侧杆，通过转向节臂到达轮毂。侧杆每端使用球铰，以保证自由角度运动。通过增大或减小各个侧杆的长度来调整前束。

834. 液压动力转向系统的作用是什么?

动力转向系统使用油压为转向传动机构提供助力。

（1）作用　在车辆操作过程中，动力转向系统使用油压为转向传动机构提供助力。

（2）传动方式　液压动力转向系统通过一个液压转向助力泵产生转向助力，该助力泵由内燃机的带传动机构进行驱动。通过转向力使转向柱下端的扭力杆扭转。通过扭转控制阀门，从而使液压油作用于齿轮齿条式转向器内的工作活塞上。由此在齿轮上产生的作用力与驾驶人施加的转向力叠加。合力通过转向横拉杆促使车轮转向。

835. 动力转向系统有哪些主要组件?

动力转向系统包括 3 个主要部件。

（1）转向助力泵　动力转向油泵由发动机驱动。它为操作动力转向系统提供必要的油压。

（2）控制阀　控制阀调节动力转向系统。阀开度控制通向系统的油压。压力方向（左侧或右侧）也由阀控制。

（3）动力缸　动力缸接收油压，为转向传动机构提供助力。

836. 液压动力转向系统有哪几种类型?

动力转向系统的主要部件为动力缸、控制阀和转向机。根据这些部件的布置对动力转向系统分类。

（1）整体式动力转向系统　动力缸、控制阀和转向机为一个包含在一起的单元。这种类型的动力转向系统在现代汽车上最常见。



（2）拉杆式动力转向系统　动力缸靠近转向传动机构中间位置。有两种类型的拉杆式动力转向系统：分离式和组合式。

1）分离式：动力缸、控制阀和转向机是完全分离的单元。

2）组合式：控制阀和动力缸为一个单元。转向机单独为一个单元。（组合式动力转向系统通常用于重型卡车和客车上）

837. EPS 电子转向系统由哪些组件组成？特点是什么？

EPS 电动助力转向系统由转向管柱、扭矩传感器、伺服电动机、控制模块等组成。EPS 电动助力转向系统如图 5-3 所示。

特点：

1）仅在需要转向时才起动电动机产生助力，能减少发动机燃油消耗。

2）能在各种行驶工况下提供最佳助力，减小由路面不平所引起电动机的输出转矩通过传动装置的作用而对助力向系的扰动，改善汽车的转向特性，提高汽车的主动安全性。

3）没有液压回路，调整和检测更容易，装配自动化程度更高，且可通过设置不同的程序，快速与不同车型匹配，缩短生产和开发周期。

4）良好的直线行驶模式（电控机械助力转向系统支持转向系统回复到直线行驶位置）。

5）能够对转向命令直接但不激烈地进行应答（这样就确保了即使在行驶路面凹凸不平的情况下也能达到舒适的转向反应）。

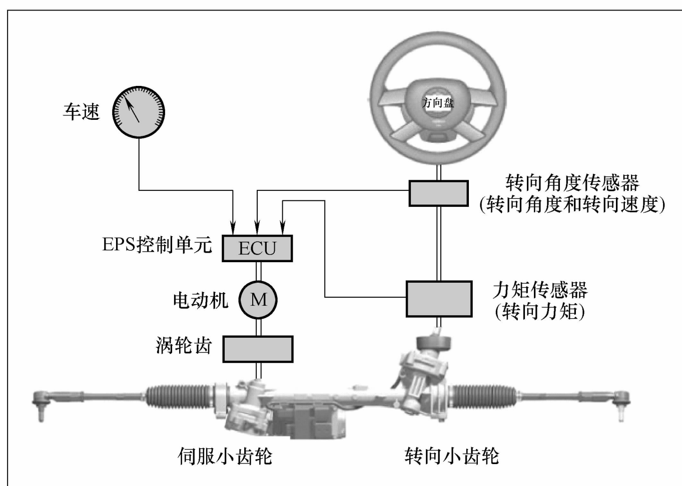


图 5-3　EPS 电动助力转向系统

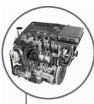
838. 电控机械助力转向系统的结构是怎样的？

驾驶人施加的力矩通过转向小齿轮来传递。

（1）力矩传递　双小齿轮电控机械助力转向系统中，由转向小齿轮和传动小齿轮将必需的转向力传递给齿条。驾驶人施加的力矩通过转向小齿轮来传递，而传动小齿轮则蜗杆传动装置传递电控机械助力转向系电动机的支持扭矩。

（2）转向器　转向器由转向力矩传感器、扭转杆、转向小齿轮、传动小齿轮、蜗杆传动装置以及带控制单元的电动机构成。电控机械助力转向机的核心部件就是转向器中的带两个花键的齿条。

用于转向支持的电动机带有控制单元和传感单元，它安装在第二个小齿轮上。这样



就建立了转向盘和齿条之间的机械连接。因此，当伺服电动机失灵时，车辆仍可以通过机械传动进行转向。

839. 转向角传感器的工作原理是怎样的？有何作用？

通过CAN数据总线将信号传递到转向柱电子系统控制单元J527，转向柱电子系统控制单元中的电子装置分析转向角大小信号。

（1）转向角传感器G85安装位置　转向角传感器G85位于复位环后侧，复位环上带有一个安全气囊滑环。传感器固定在转向柱和转向盘之间的转向柱上。它通过CAN数据总线将信号传递到转向柱电子系统控制单元J527，由此控制单元获悉了转向角的大小。转向柱电子系统控制单元中的电子装置分析这个信号。

（2）失效影响　转向角传感器G85失灵时，紧急运行程序起动。由一个备用值替代消失的传感器信号。转向支持功能仍能进行。指示灯K161接通，来显示该故障。

（3）功能原理　转向角传感器主要由下列部件组成：带两个编码环的编码盘；带一个光源和一个光传感器的光栅组。编码盘由两个环构成，外侧为绝对环，内侧为增量环。

（4）角度的测量　角度的测量是根据光栅原理来进行的。每个绝对环光栅组形成一个信号电压顺序。由转向柱电子系统控制单元处理所有信号电压顺序。

840. 转向力矩传感器的作用是什么？

通过CAN数据总线将信号传递到转向柱电子系统控制单元J527，转向柱电子系统控制单元中的电子装置分析转向角大小信号。

转向力矩传感器G269的作用：在行车过程中，驾驶人通过转向力矩传感器G269来确定所施加的转向力矩的大小，从而得到需要的转向助力力矩。转向主动齿轮与转向轴通过一个扭力杆连接，与带有转向阀的普通液压转向系统是一样的。如果驾驶人转动转向盘，那么扭力杆和转向轴相对于转向主动齿轮的位置就发生了扭转，扭转程度取决于驾驶人所施加的转动力矩的大小。转向力矩传感器G269可以测量出扭转程度。

841. 转向力矩传感器的信号是怎样产生的？

转向力矩传感器G269的信号产生原理：转向轴与带有8对极偶的环形磁铁、两个传感器靶轮（各有8个齿）与转向主动齿轮都是刚性连接的。两个传感器靶轮的齿是错开分布的，从上面沿着旋转轴方向看，一个传感器靶轮的齿处在另一个传感器靶轮的齿隙中。在两个传感器靶轮中间是两个霍尔传感器，传感器与壳体是刚性连接的。

842. 转向力矩传感器怎么判断转向？

转向力矩传感器G269的转向判断：如果没有转动转向盘，那么传感器靶轮与磁极的相对位置则位于每个传感器靶轮齿的南北极的正中间。所以，这两个传感器靶轮被磁力线穿过的方式是一样的，两个传感器靶轮之间没有磁场，两个霍尔传感器输出的信号也相同。

843. 转向力矩传感器失效有什么影响？

如果转向力矩传感器损坏，必须更换转向器。如果识别到故障，转向支持系统关闭。但是关闭的过程不是突然的，而是“软的”。为了能够进行“软”关闭，控制单元必须根据电动机转向角和电动机转子转向角来计算出力矩备用信号。控制灯K161红色以显示有故障。

844. 转子位置传感器的结构是怎样的？有何作用？

转子位置传感器用于探知转子的位置。传感器的控制单元必须知道转子的准确位置，以便计算出环绕的定子磁场所需要的相



电压（电子传感器控制的整流）。

转子位置传感器测得的相电压值也可以用于确定转向止点。为了避免出现硬的机械式止点，通过电动机械式转向系统可以实现软的止点。

转子位置传感器转子上有一个盘，是用透磁通的金属制成的。这个转子盘的形状像凸轮盘，该盘被一个固定在壳体上的电磁线圈环所包围，该电磁线圈环具有定子的作用，由 3 个单线圈构成，其中一个线圈具有励磁线圈的作用，另两个线圈作为接收线圈使用。

845. 转子位置传感器的工作原理是怎样的？

转子位置传感器的工作原理：励磁线圈通入正弦曲线的励磁电压后，励磁线圈周围产生的交变磁场作用在转子盘上，转子盘将交变磁场的磁通引向接收线圈，接收线圈将感应到一个交变电压，该电压与转子盘的位置成一定的比例，与励磁电压存在相位差。

846. 转向辅助控制单元 J500 的工作原理是怎样的？有何作用？

根据仪表板显示单元控制单元 J285 的输入信号，识别点火钥匙的信号。

（1）安装位置　转向辅助控制单元 J500 直接固定在电动机上，因此省去了和助力转向系统零件间复杂的导线敷设。

（2）信号控制　根据仪表板显示单元控制单元 J285 的输入信号，例如：转向角传感器 G85 的信号、发动机转速传感器 G28 的信号、转向力矩和转子转速及车速信号和说明已经识别点火钥匙的信号。

控制单元决定当前需要多少转向支持。控制单元计算出起动电流的大小并起动电动机 V187。

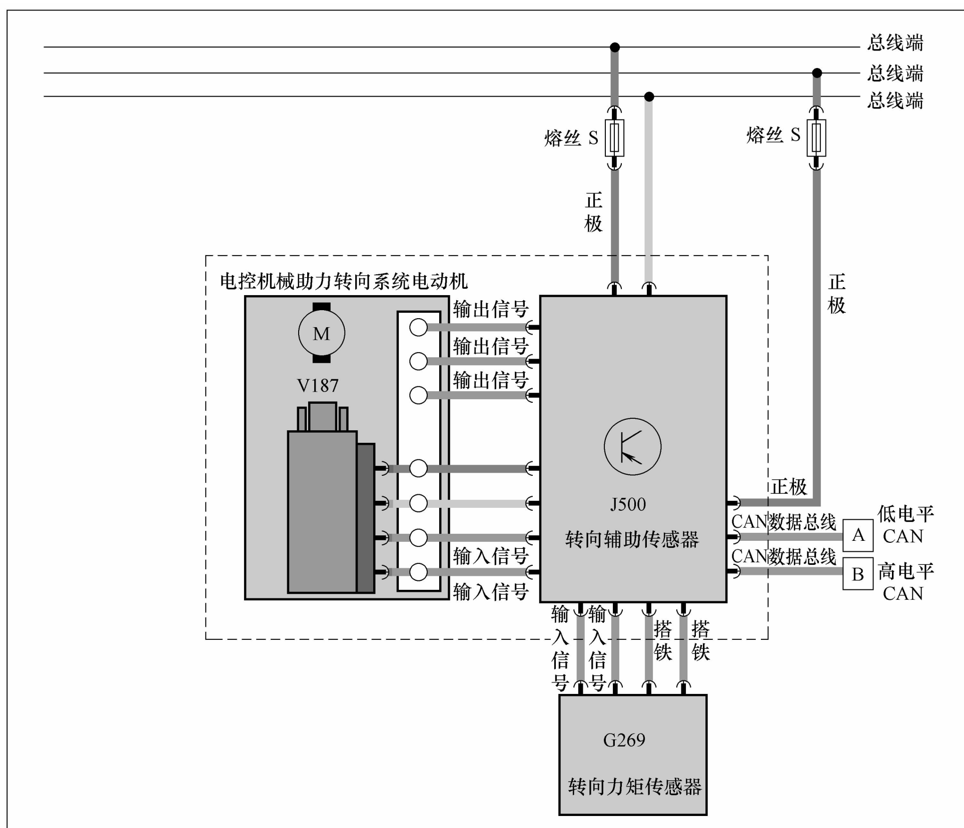
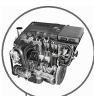


图 5-4　电子控制功能示意图



(3) 传感器失灵时的影响　控制单元中集成了一个温度传感器，用这个传感器，控制单元可以获知转向装置的温度。如果温度超过100℃，转向支持就会持续降低。

如果转向支持下降了60%，电控机械助力转向系统控制灯K161显示黄色，并且故障被存储。

转向辅助控制单元J500如果损坏，可以整体更换。但必须用车辆诊断、测试和信息系统VAS5051激活控制单元永久程序存储器中相应的综合特性曲线。

电子控制功能示意图如图5-4所示。

(4) 指示灯K161故障　指示灯K161故障时，可以有两种指示灯颜色。黄色代表轻度警报。指示灯红色时，还会发出3声响亮的警报音。只有当转向辅助控制单元信号到达，并说明系统工作状态正常时，指示灯才熄灭。这个自检过程大约需要2s。发动机起动后，指示灯立刻熄灭。

847. 电动机械式助力转向电动机V187的工作原理是怎样的？有何作用？

电动机械式助力转向电动机V187用于产生转向助力所需要的力矩，其电动机是永久励磁式三相交流同步电动机，该结构电动机的优点在于体积小、功率大。

转向电动机V187的结构：由于采用永久励磁式三相交流同步电动机，所以省去了用于将励磁电流送往转子的滑环。控制单元会计算出所需要的相电压，并通过末级功放接通定子线圈，定子由12个励磁线圈构成，每4个励磁线圈串联在一起，接通正弦曲线的电流。

848. 电动机械式转向系统是怎样控制的？

电动机械式助力转向电动机V187用于产生转向助力所需要的力矩。

1) 打开驾驶人车门后，FlexRay数据总线被唤醒，控制单元之间开始通信。控制单元J500开始初始化，系统开始自检。

2) 接通点火开关（15号线接通），组合仪表控制单元J285短时激活指示灯进行检查。如果确认系统无故障，指示灯会在几秒钟后又熄灭。

3) 起动发动机（15号线接通），如果发动机转速超过500r/min，那么转向助力系统处于激活状态。如果扭杆未被转向盘上的作用力扭动（由转向力矩传感器G269来感知），那么转向角传感器G85的信号就会自动与转子位置传感器的信号进行同步，这两个测量值之间相互依赖的关系将作为特性曲线存储在控制单元J500中。随后，在车辆行驶中，转向助力系统通过分析转子位置传感器的信号来感知转向运动。该控制单元会考虑奥迪轿车驾驶模式选择系统中相应的设置选择，以便确定使用哪条助力转向特性曲线进行调节。

4) 在车辆行驶过程中，转向助力的强度主要由转向力矩、转向角和车速来决定。电动机的激活电流由控制单元计算，定子绕组由末级功放通入相应的电流。电动机通过滚珠丝杠作用到齿条上的力增大驾驶人施加在转向盘上的转向力。

5) 如果在车辆行驶的过程中关闭发动机，助力转向系统就会自动关闭。

849. 电控机械助力转向系统的控制过程（随速控制）是怎样的？

为了能够进行转向支持，装配了电控机械助力转向系统电动机，该电动机可以根据需要起动助力转向系统。

1) 驾驶人转动转向盘时，转向支持开始。

2) 由于转向盘上扭矩的作用，转向器中的扭矩杆转动。转向力矩传感器G269探测扭矩杆的转动，并将探测到的转向力矩传递给控制单元J500。

3) 转向角度传感器G85通知当前转向角度，而转子转速传感器通知当前转向



速度。

4）控制单元根据转向力矩、车速、发动机转速、转向角度、转向速度和控制单元中的特性曲线计算出必需的支持力矩，并且起动电动机。

5）由第二个平行作用于齿条的小齿轮来进行转向支持。小齿轮的传动由电动机来进行。电动机通过一个蜗轮传动装置和一个传动小齿轮将转向支持力传递到齿条上。

6）转向盘上的力矩和支持力矩的总合就是转向器上的有效力矩，由该力矩来传动齿条。

850. 驻车时的转向过程是怎样的?

为了能够进行转向支持，装配了电控机械助力转向系统电动机，该电动机可以根据需要起动助力转向系统。

1）驻车时，驾驶人用力打转向盘。

2）扭转杆因此转动，转向力矩传感器G269探测扭转杆的转动并通知控制单元J500，转向盘上有一个很大的转向力矩。

3）转向角度传感器G85通知大的转向角度，而转子转速传感器通知当前转向速度。

4）根据下列参数：很大的转向力矩、0km/h的车速、发动机转速、大的转向角度、转向速度和控制单元中的特性曲线（车速为0km/h的特性曲线），控制单元获悉必须产生一个大的支持力矩，继而起动电动机。

5）驻车时，通过第二个平行作用于齿条的小齿轮来达到最大转向支持。

6）转向盘上的力矩和最大支持力矩的总和就是转向器上的有效力矩，在该力矩的作用下，齿条移动。

851. 市区行驶时的转向过程是怎样的?

为了能够进行转向支持，装配了电控机械助力转向系统电动机，该电动机可以根据需要起动助力转向系统。

1）市区行驶时，驾驶人在转弯时打转向盘。

2）扭矩杆转动。转向力矩传感器G269获悉扭转杆转动，并通知控制单元J500，转向盘上有一个中等的转向力矩。

3）转向角度传感器G85通知这个中等的转向力矩，而转子转速传感器通知当前转向速度。

4）根据下列参数：中等的转向力矩、0km/h的车速、发动机转速、中等的转向角度、转向速度以及控制单元中的特性曲线（车速为0km/h的特性曲线），控制单元获悉必须产生一个中等的支持力矩，继而起动电动机。

5）转弯时，由第二个平行作用于齿条的小齿轮来进行中等的转向支持。

6）转向盘上的力矩和中等支持力矩的总和就是转向器上的有效力矩，通过该力矩传动齿条（市区行驶转弯时）。

852. 高速公路行驶时的转向过程是怎样的?

为了能够进行转向支持，装配了电控机械助力转向系统电动机，该电动机可以根据需要起动助力转向系统。

1）换车道时，驾驶人轻打转向盘。

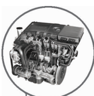
2）扭转杆因此转动。转向力矩传感器G269获悉扭转杆转动并通知控制单元J500，转向盘上有一个小的力矩。

3）转向角度传感器G85通知小转向角度，而转子转速传感器通知当前转向速度。

4）根据下列参数：一个小的转向力矩、0km/h的车速、发动机转速、小的转向角度、转向速度及控制单元中的特性曲线（0km/h车速的特性曲线），控制单元获悉必须有一个小的支持力矩或无需支持力矩，继而起动电动机。

5）高速公路行驶时，由第二个平行作用于齿条的小齿轮来进行一个小的转向支持，或者不进行转向支持。

6）转向盘上的力矩加上最小支持力矩



就是换车道时的有效力矩，该力矩传动齿条。

853. 主动式复位的过程是怎样的？

为了能够进行转向支持，装配了电控机械助力转向系统电动机，该电动机可以根据需要起动助力转向系统。

1）弯道行驶时，如果驾驶人降低了转向力矩，扭转杆的张力松开。

2）根据降低的转向力矩、转向角度和转向速度可以计算出一个理论复位速度。将这个理论复位速度与转向角速度进行比较，可以算出复位力矩。

3）由于车桥的几何构造，转向车轮上产生复位力。由于转向系统和车桥中的摩擦，复位力常常太小，不足以使车轮重新回到直线行驶状态。

4）通过分析下列参数：车速、发动机转速、转向角度、转向速度及控制单元中的特性曲线，控制单元计算出电动机必须提供多大的力矩，才能使车轮复位成功。

5）控制单元起动电动机，这样车轮就回到了直线行驶。

854. 直线行驶修正的过程是怎样的？

直线行驶修正是一项功能，这个功能通过主动式复位而实现。这里会产生一个支持力矩，在它的作用下，可以使车辆重新回到无需力矩的直线行驶状态。这个可以通过下述两种方式进行。

（1）长期方式　长期方式就是指对直线行驶中的长期偏差进行补偿修正，这种偏差可能会在用夏季轮胎更换已使用过的冬季轮胎时出现。

（2）短期方式　短期方式校正短期偏差。因此，驾驶人无需为了对抗侧风而“反向转向”，这样就减轻了驾驶人的负担。

（3）修正过程

1）一个恒定的侧面力，例如侧风，会对车辆产生影响。

2）为了保持车辆能够直线行驶，驾驶人打转向盘。

3）通过分析下列参数：车速、发动机转速、转向角度、转向速度和控制单元中的特性曲线，控制单元可以计算出电动机需要产生多大的扭矩才能进行直线行驶校正。

4）继而起动电动机。车辆重新回到直线行驶状态。驾驶人无需再“反向转向”。

855. 怎样拆解维修液压动力转向机？

实际维修中，视具体情况大修，有些有一定价值维修，有些情况没必要维修，需要直接更换整个转向机。

转向机（也称转向器或方向机）分解如图5-5所示。

856. 制动系统的作用是什么？基本原理是怎样的？

使行驶中的汽车按照驾驶人的要求进行强制减速甚至停车；使已停驶的汽车在各种道路条件下稳定驻车；使下坡行驶的汽车速度保持稳定。

由于惯性作用（移动物体继续移动的趋势）在发动机从动力传动系统断开后，移动的车辆不能立即停车。这种惯性必须减小，以便使车辆停止。发动机将热能转化为动能（运动能量）以移动车辆。相反，制动器使这种动能还原回热能使车辆停止，通常汽车制动器通过将固定物体按压到转动物体上来进行工作。制动效果通过两个物体之间的摩擦得到。

857. 制动总泵的工作过程是怎样的？

制动总泵将制动踏板的运动转变为液压压力。它包括储存制动液的储液罐，以及产生液压压力的活塞和泵。

有两种类型的主泵，单个主泵使用一个活塞，将液压压力发送到所有4个分泵。串列主泵使用两个活塞，将液压压力单独发送到前后车轮分泵，或右前和左后以及左前和

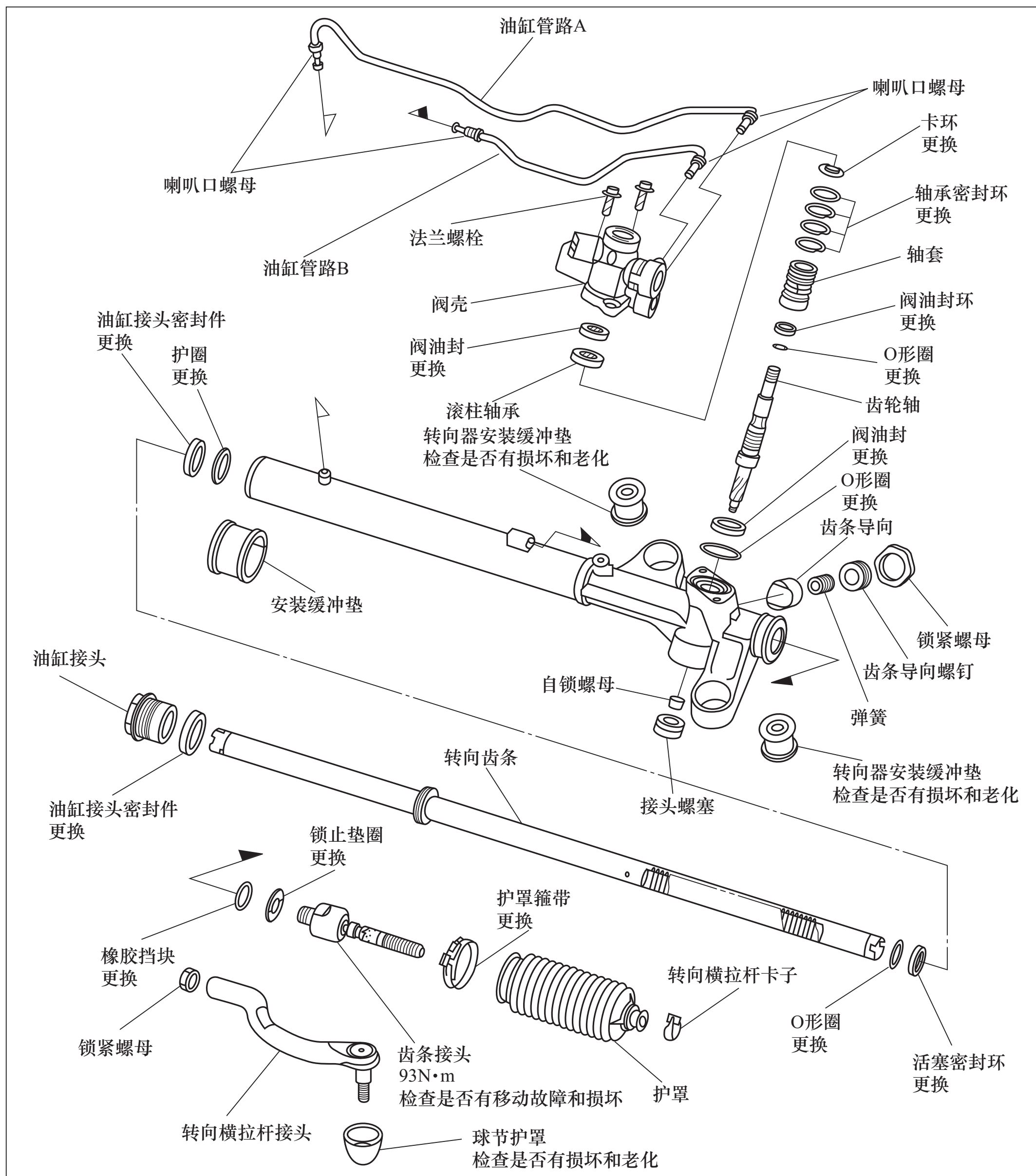


图 5-5　转向机分解图

右后车轮分泵。串列型主泵比单个型使用更普遍。

858. 行车制动器的作用是什么？由哪些机构和部件组成？

驾驶人通过踩踏制动踏板启用行车制动器，这样可以无级控制制动强度。

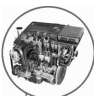
主要部件有助力泵、制动盘、制动片、制动钳、制动管路等。

1）带有制动踏板的踏板机构。

2）带有主缸的制动助力器。

3）液压回路，带有制动力液压调节单元、传输制动力的制动管路和制动液补液罐。

4）4 个车轮制动器，带有制动钳、制动摩擦片和制动盘。



859. 制动助力器和串联制动主缸的作用是什么?

制动助力器以气动方式将驾驶人通过制动踏板施加的作用力增大。在制动助力器输出端装有一个压杆。该压杆操纵主缸内的两个活塞（分别用于两个制动回路）并由此产生液压系统内的压力。由于带有两个活塞，因此又称为串联制动主缸。

860. 制动总泵的作用是什么? 怎么维护?

1）制动总泵是将驾驶人踩踏板的力转换成液压的部件。

2）制动总泵包括一个储存制动液的储液罐和一个可产生液压的缸。制动总泵将驾驶人踩踏板的力转换成液压。然后液压作用在前后轮的盘式制动卡钳上并传给鼓式制动器的制动分泵。

3）维护保养包括制动液的更换。

861. 制动踏板的作用是什么? 怎么维护?

1）制动踏板是由驾驶人的脚踏力所控制的零件。该力转换成液压，作用在制动系统上。制动力的大小取决于驾驶人踩在制动踏板上的力。

2）在维护保养时必须检查踏板自由行程、高度和踏板的行程余量。

862. 鼓式制动器的作用是什么? 怎么维护?

1）鼓式制动器是一种与车轮一起旋转的制动鼓。制动蹄片从内侧压紧制动鼓。产生的摩擦控制车轮的转动。

2）必须定期检查制动鼓和制动衬片。

863. 盘式制动器的工作过程是怎样的?

在制动钳上带有制动管路接口。踩下制动器时，制动管路内的液压压力就会作用到制动钳内的活塞上。所产生的压力将制动摩擦片压到制动盘上。通过该压紧力使制动摩擦片与制动盘之间产生摩擦。随即产生的摩擦力阻止车轮移动并对其进行制动。车轮或整个车辆的动能通过摩擦转化为热能。在紧急、反复减速过程中可能会达到极高温度，甚至可能会使制动盘变得炽热。

864. 怎样维护盘式制动器?

应根据使用情况更换盘式制动器的制动蹄片和制动盘。视车辆行驶情况前轮大概 3 万 km 左右，后轮大概 5 万 km 左右更换制动蹄片。

865. 机械驻车制动器（非电子）的结构是怎样的? 具体作用是什么?

驾驶人通过踩踏制动踏板启用行车制动器，这样可以无级控制制动强度。

主要部件有助力泵、制动盘、制动片、制动钳、制动管路等。

（1）驻车制动器的结构　驻车制动器的结构和工作原理在某些方面与行车制动器有很大不同。通过拉杆（踏板）以机械方式操作驻车制动器。

（2）驻车制动器的作用

1）车辆停驶后防止滑溜。

2）使车辆在坡道上能顺利起步。

3）行车制动系统失效后临时使用或配合行车制动器进行紧急制动。

866. 防抱死制动系统（ABS）的作用是什么?

ABS 的作用是控制实际制动过程接近于理想制动过程，防止车轮突然抱死。

（1）作用特点

1）制动时保持方向稳定性。

2）制动时保持转向控制能力。

3）制动时降低制动距离。

4）制动时使轮胎磨损下降。



（2）对比说明　在干燥道路上突然施加制动或在湿滑道路上正常施加制动时，制动力过大会严重影响车轮正常转向，这样车轮可能会抱死。当前轮抱死时转向系统不能控制车辆，当后轮抱死时车辆将进入自旋的情况。为了防止这种情况，所以车辆装备 ABS。

867. 什么是制动效能？

制动效能是指汽车迅速减速直至停车的能力，具体可用制动距离、制动时间或制动减速度来评价。

制动效能主要取决于汽车制动时所受的地面制动力，而地面制动力不仅取决于车轮制动器制动力，而且还受附着条件的限制。

最大的地面制动力等于纵向附着力：

$$F_{\tau max} = F_{\varphi} = Z\varphi_B$$

式中　$F_{\tau max}$——最大地面制动力（N）；

F_{φ}——纵向附着力（N）；

Z——车轮法向反作用力（N）；

φ_B——纵向附着系数。

在车轮法向反作用力一定时，最大的地面制动力取决于车轮与地面间的纵向附着系数。对于一般汽车而言，车轮制动器的制动力是足够大的，所以获得尽可能大的纵向附着系数是提高制动效果的关键。

868. ABS 是怎么分类的？

ABS 一般是按照控制通道和传感器数目分类。

（1）控制通道　能够独立进行制动压力调节的制动管路称为控制通道。汽车电子防抱死制动控制主要有三通道和四通道两种型式。

（2）控制分类

1）独立控制。如果一个车轮的制动压力占用一个控制通道，可以进行单独调节，称为独立控制。

2）一同控制。如果两个车轮的制动压力是一同调节的，称为一同控制。有低选原则一同控制和高选原则一同控制两种。

（3）例举车型　捷达轿车装备的 MK 20－I/E 型 ABS，硬件为四通道，软件为三通道调节回路，即前轮单独调节，后轮以两轮中地面附着系数低的一侧为依据进行统一调节。也就是说，4 个轮速传感器、3 个制动压力调节器，前轮独立控制，后轮按照低选择方式控制。

869. ABS 的组成有哪些？

ABS 由电子控制单元、ABS 传感器和执行元件组成。

（1）电子控制单元

1）电子控制单元是电控系统的核心控制元件，实际上是一个微机。

2）接收来自传感器的信号，完成对这些信息的处理。

3）发出相应的指令来控制执行元件的正确动作。

（2）传感器

1）传感器是感知信息的部件。

2）负责向电子控制单元提供系统的工作情况和运行状况。从而使电子控制单元正确地管理系统的运转。

（3）执行元件

1）执行元件是指令的完成者。

2）执行电子控制单元发出的各项指令。

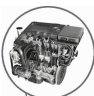
870. 轮速传感器是怎么工作的？

轮毂上有齿圈随车轮旋转，齿圈切割磁场产生交变电压，其频率随车轮转速变化。交变电压作为车轮转速信号输送到控制单元（ECU）。

（1）作用　测出车轮的转速，并将信号送到 ECU。

（2）结构　该传感器由传感头和齿圈两部分组成，传感头由永磁铁、极轴、感应线圈等组成。

（3）工作原理　传感器与普通的交流发电机原理相同。永久磁铁产生一定强度的磁场，齿圈在磁场中旋转时，齿圈齿顶和电极



之间的间隙就以一定的速度变化，这样就会使齿圈和电极组成的磁路中的磁阻发生变化。其结果使磁通量周期性增减，在线圈两端产生正比于磁通量增减速度的感应电压。

871. 怎样检查轮速传感器？

1）如果轮速传感器损坏，电子控制单元接收不到转速信号，ABS将停止工作，并点亮ABS警告灯，此时车辆仅有常规制动。

2）轮速传感器的导线、插接器或传感头松动，电磁线圈等出现接触不良、断路、短路或脏污、间隙不正常，都会影响车轮转速传感器的工作，从而造成ABS工作异常。

3）外观检查

① 检查传感器安装有无松动。

② 传感头和齿圈是否吸有磁性物质和污垢。

③ 传感器导线是否破损、老化。

④ 插接器是否连接牢固和接触良好，如有锈蚀、脏污应清除。

872. 怎样测试轮速传感器？

（1）诊断测试　使点火开关处于OFF，将ABS电子控制单元插接器插头拆下，查出各传感器与电子控制单元连接的相应端子，在相应端子上用万用表电阻档检测传感器线圈与其连接电路的电阻值是否正常。

如果阻值无穷大，表明传感器线圈或连接电路有断路故障；如果电阻值很小，表明有短路故障。为了区分故障是在电磁线圈还是在连接电路，应拆下传感器插接器插头，用万用表电阻档直接测试电磁线圈的阻值。如果所测阻值正常，表明传感器连接电路或插接器有故障，应修复或更换。

（2）转子齿圈的检测　主要检查转子齿圈的齿数，转子齿圈有无裂纹，转子齿圈有无缺齿和断齿，转子齿圈的齿与齿之间是否吸附有铁屑。传感器头部端面与齿圈凸起端面要保留约1mm的空气间隙，可用无磁性的塞尺进行检查。

（3）传感器输出信号的检测　用汽车诊断仪连接汽车读取数据流，汽车以20km/h的速度行驶，检查车轮转速传感器输出。

873. ABS电子控制单元是怎样工作的？

1）将液压控制单元（储液器、电动回液泵、电磁阀）与电子控制单元集成于一体。

2）电子控制单元内部设有故障存储器，随车带有故障诊断接口，借助诊断仪调取故障码可以很方便地进行故障诊断。

3）例如捷达，液压控制单元和电子控制单元组成一体。

4）液压控制单元由储液器、电动回液泵、电磁阀等组成。

5）电子控制单元ECU中具有两个完全相同的微处理器，它们按照同样的程序对输入信号进行计算处理，并将最终结果进行比较，一旦发现最终结果不一致，即判定自身存在故障，它会自动关闭ABS，同时将仪表板上的ABS警告灯点亮。

874. ABS警告灯是怎样工作的？

ABS警告灯的功用是在ABS出现故障时，由ABS电脑控制其点亮，向驾驶人发出警报信号，并可由ABS电脑控制闪烁显示故障码。

1）在仪表板及仪表板附加部件上装有两个故障警告灯，一个是ABS警告灯（K47），另一个是制动装置警告灯（K118）。

2）打开点火开关后ABS警告灯亮约2s熄灭，说明自检结束的同时已启动ABS。若ABS警告灯常亮，说明ABS出现故障。

875. ABS控制过程是怎样的？

1）在汽车以大于或等于20km/h车速运行过程中，紧急制动时，ABS的控制单元接收到制动灯开关接通信号，车轮上的转速传感器采集4个车轮的转速信号，送到ABS控制单元判断车轮是否有抱死的趋势。

2）ABS工作过程可以分为建压阶段、



保压阶段、降压阶段和升压阶段。

876. ABS 建压阶段是怎样工作的?

制动时，通过助力器和总泵建立制动压力。此时常开阀打开，常闭阀关闭，制动压力进入车轮制动器，车轮转速迅速降低，直到 ABS 电子控制单元通过转速传感器识别出车轮有抱死的倾向为止。

877. ABS 保压阶段是怎样工作的?

当轮速传感器发出抱死危险信号时，ECU 向电磁线圈通入一个较小的保持电流（约为最大电流的 1/2）时，电磁阀处于“保压”位置。此时主缸、轮缸和回油孔相互隔离密封，轮缸中的制动压力保持一定。

878. ABS 降压阶段是怎样工作的?

在制动压力保持不变后，控制单元还会不断检测车轮转速信号，若判断出车轮仍有抱死倾向时，ABS 电子控制单元立即向液压控制单元发出控制信号打开常闭阀，起动液压泵工作，制动液从制动器经低压蓄能器被送回到制动总泵，制动压力降低，制动踏板微量顶起，车轮抱死程度降低，车轮转速开始上升。

879. ABS 升压阶段是怎样工作的?

为了取得最佳的制动效果，当车轮达到一定转速后，ABS 电子控制单元再次命令常开阀打开、常闭阀关闭。随着制动压力增加，车轮再次被制动和减速。

880. 什么是电子制动力分配（EBD）?

EBD 是 ABS 附加的软件功能，无需添加任何硬件。车辆轻微制动，车轮无抱死倾向时 EBV 起作用，自动调整不同路况下前后轴的制动力分配比例。

1）使用电子制动力分配功能可免装比例阀及减载阀。在车轮部分制动时，电子制动力分配（EBD）功能将起作用，转弯时尤其如此，转速传感器将按时发出 4 个车轮的转速信号，电子控制单元根据这些信号计算车轮的转速。

2）如果后轮滑移率大于某个设定值，则由液压控制单元调节后轮制动压力，使后轮制动力降低，以保证后轮不会先于前轮抱死。

3）同传统的制动力分配方式（用比例阀）相比，电子制动力分配（EBD）功能保证了较高的车轮附着力以及合理的制动力分配。同时，电子制动力分配（EBD）并没有增加新的硬件，而是通过软件来实现了制动力的合理分配，降低了成本。

4）当 ABS 起作用时，电子制动力分配系统（EBD）即停止工作。

5）EBD 的升压及保压与 ABS 工作过程完全一样，但降压控制则不同。当后轮有抱死倾向时，后轮的常开阀关闭，常闭阀打开，车轮压力降低。与 ABS 不同的是，此时液压泵不工作，降压所排放出的制动液暂时存放在低压蓄能器中。

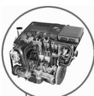
881. 什么是 ASR 系统?

ASR 系统即汽车驱动防滑控制系统（Anti Slip Reguliation，ASR），是应用于车轮防滑的电子控制系统。可以说 ASR 是 ABS 的升级版产品。

车速传感器将行驶中汽车的驱动车轮转速及非驱动车轮转速转变为电信号，输送给电控单元 ECU。ECU 根据车速传感器的信号计算驱动车轮的滑移率，若滑移率超限，控制器再综合考虑节气门开度信号、发动机转速信号、转向信号等因素确定控制方式，输出控制信号，使相应的执行器动作，使驱动车轮的滑移率控制在目标范围之内。

882. ASR 和 ABS 的相同点是什么?

1）ASR 和 ABS 都是控制车轮和路面的滑移率，以使车轮与地面的附着力不下降，因此两系统采用的是相同的技术，它们密切



相关，常结合在一起使用，共享许多电子组件和共同的系统部件来控制车轮的运动，构成行驶安全系统。

2）车轮轮速传感器与ABS共享。

3）节气门开度传感器与发动机电控系统共享。

4）ASR的ECU也是以微处理器为核心，配以输入输出电路及电源等组成。

5）ASR与ABS的一些信号输入和处理是相同的，为减少电子器件的应用数量，ASR控制器与ABS电控单元常组合在一起。

883. ASR和ABS的区别是什么？

1）ABS是防止制动时车轮抱死滑移，提高制动效果，确保制动安全；ASR系统（TRC）则是防止驱动车轮原地不动而不停地滑转，提高汽车起步、加速及滑溜路面行驶时的牵引力，确保行驶稳定性。

2）ABS对所有车轮起作用，控制其滑移率；而ASR系统只对驱动车轮起制动控制作用。

3）ABS是在制动时，车轮出现抱死的情况下起控制作用，在车速很低（小于8km/h）时不起作用；而ASR系统则是在整个行驶过程中都工作，在车轮出现滑转时起作用，当车速很高（80～120km/h）时不起作用。

884. ASR系统常用的控制方式是什么？

发动机输出功率控制、驱动轮制动控制、同时控制发动机输出功率和驱动轮制动力。

（1）发动机输出功率控制　在汽车起步、加速时，ASR控制器输出控制信号，控制发动机输出功率，以抑制驱动轮滑转。常用方法有辅助节气门控制、燃油喷射量控制和延迟点火控制。

（2）驱动轮制动控制　直接对发生空转的驱动轮加以制动，反应时间最短。普遍采用ASR与ABS组合的液压控制系统。

（3）同时控制发动机输出功率和驱动轮制动力　控制信号同时起动ASR制动压力调节器和辅助节气门调节器，在对驱动车轮施加制动力的同时减小发动机的输出功率，以达到理想的控制效果。

885. ABS工作时有什么表现？

滑湿路面紧急制动时，感觉反弹踏板，且听到“嘣嘣”声音。

1）ABS工作受制动踏板的控制，并且ABS投入工作时，在制动踏板上会产生一种液压脉动效应，紧急制动时使踏板连续跳动，感觉反弹踏板，且听到“嘣嘣”声音。

2）当汽车车速达到25km/h左右时，ABS投入工作；当汽车减速且车速降到20km/h以下时，ABS停止工作。

886. ABS故障有什么表现？

1）如果汽车正常行驶时ABS警告灯点亮，或紧急制动时ABS不起作用，则说明ABS有故障。

2）如果在起动发动机之前，将点火开关旋至ON位置，ABS警告灯不亮，或者将点火开关旋至ON位置，ABS警告灯点亮3s后不熄灭，也表示ABS有故障。

887. 带ABS的车辆怎么进行液压制动系统排气？

（1）预排气

1）连接制动液加注和排气装置（专用设备）。

2）排气顺序：将左前和右前的制动钳同时一起排气；将左后和右后的制动钳同时一起排气。

3）插上排气瓶软管后打开排气阀，直至排出的制动液无气泡为止。接着通过功能“基本设置”用测试仪-VAS 5051再次对液压单元排气（以捷达轿车为例）。

（2）正常排气

1）连接制动液加注和排气装置（专用



设备）。

2）以规定的顺序打开排气阀并对制动钳排气：① 左前制动钳；② 右前制动钳；③ 左后制动钳；④ 右后制动钳。

使用合适的排气软管。它必须紧固在排气阀上，以避免空气进入制动装置。

3）在插上排气瓶软管后打开制动钳排气阀，直至排出的制动液无气泡为止。

（3）再次排气

1）用力踩下制动踏板并踩住。

2）打开制动钳上的排气阀。

3）将制动踏板踩到底。

4）在踏板踩下时关闭排气阀。

5）慢慢松开制动踏板。

每个制动钳必须进行5次排气。排气顺序：① 左前制动钳；② 右前制动钳；③ 左后制动钳；④ 右后制动钳。

排气后必须进行试车，同时必须至少进行一次ABS调节。

888. EBA电子制动力辅助系统的作用是什么？

如果属于非常紧急的制动，EBA此时就会指示制动系统产生更高的油压使ABS发挥作用，从而使制动力快速产生，减少制动距离。

EBA电子制动力辅助系统利用传感器感应驾驶人对制动踏板踩踏的力度与速度大小，然后通过电脑判断驾驶人此次制动车意图。

在车辆行驶过程中，制动辅助系统会全程监测制动踏板，一般正常制动时该系统并不会介入，会让驾驶人自行决定制动时的力度大小。但当其检测到驾驶人忽然以极快的速度和力量踩下制动踏板时，会判定为需要紧急制动，于是便会对制动系统进行加压，以增强并产生最强大的制动力道，让车辆及驾乘人员能够迅速脱离险境。

889. TCS与ABS有什么区别？

TCS主要是利用发动机点火时间、变速器档位和供油系统来控制驱动轮打滑。

（1）TCS与ABS的区别

1）ABS是利用传感器来检测轮胎何时要被抱死，再减少制动器制动压力以防被抱死，它会快速地改变制动压力，以保持该轮在即将被抱死的边缘。

2）TCS主要是利用发动机点火时间、变速器档位和供油系统来控制驱动轮打滑。

（2）TCS的控制

1）起步和低速加速时控制。在车辆起步和加速时借TCS对驱动轮进行短暂制动使车辆的牵引力小于或等于附着力，减低车轮打滑。配置该系统的车辆，即使起步瞬间迅速将加速踏板完全踩到底驱动轮也不会打滑。

2）高速行驶控制。在车辆高速行驶时发现车轮打滑，TCS通过发动机控制单元指令来执行以下项目：

① 减少喷油量。

② 断缸，如果6缸发动机可以暂时关闭3个喷油器，降低发动机输出转矩。

③ 推迟点火提前。

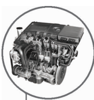
④ 适当关闭电子节气门。

⑤ 升档，通过增大负荷降速，使发动机输出有效功率下降，使车辆的牵引力小于或等于附着力，避免或减少车辆打滑。

890. 可变传动比转向系统的控制过程是怎样的？

VGRS转向机构的传动比可根据车辆行驶状况而动态变化，从而实现车速从低速到高速范围内良好的转向操作灵活性和车辆稳定性。

基本控制过程：可变传动比转向系统（Variable GearRatio Steering，VGRS），改变了普通转向系统传动比恒定的缺点，由转向控制ECU根据转向角传感器信号和车速信号计算出转向执行器总成的目标转动角度，并且通过转向执行器总成的转动角度与驾驶人转动转向盘的角度相加来控制前轮的转向



角。因此，其转向机构的传动比可根据车辆行驶状况而动态变化，从而实现车速从低速到高速范围内良好的转向操作灵活性和车辆稳定性。

891. 可变传动比转向系统的作用是什么？

可变齿比转向系统确保车速越快，操控性越平稳顺畅。

可变传动比转向系统通过转向器调整到最适合当前车速的位置以发挥作用。低速行驶时，齿轮齿比位于最低值，以保证操控装置的快速反应能力和停车，急转及通过U形弯道时的易操控性。可变齿比转向系统的另一个关键优势在于，当操控汽车转弯时，时常发生过度校正，然而通过一步步最小限度的辅助，系统能够有效消除过度校正的惯性。

892. 可变传动比转向系统中转向执行器总成的结构是怎样的？各主要部件是怎样工作的？

转向执行器总成由壳体、电动机、减速机构、输出轴和锁止机构组成。

（1）电动机　电动机采用高功率、低噪声的直流无刷电动机作为伺服电动机，封装在转向执行器总成壳体内；由永磁铁、线圈和转子轴组成，转子轴与谐波齿轮减速器的波动发生器相连接，将电动机的转矩传输到谐波齿轮减速机构。其作用是由转向控制ECU发出的信号进行控制，并根据转向盘的转动方向顺时针或逆时针旋转。转角传感器的作用是检测电动机的转子轴位置和旋转速度。

（2）锁止机构　锁止机构安装在电动机上，主要由固定在电动机上的锁架、安装在壳体上的锁杆及使锁杆作用的电磁阀组成。在系统发生故障时，锁止机构可以机械锁止电动机，使电动机停止旋转。锁止机构激活时，转向ECU切断锁止电磁阀的电流，回位弹簧推动锁杆与锁架齿槽啮合，以机械锁止电动机的转动，锁止解除时，转向控制ECU接通锁止电磁阀的电流，使锁杆与锁架脱开，电动机转动。

（3）减速机构　减速机构采用了结构紧凑、减速比大、高精度的谐波齿轮传动装置，它是利用机械波控制柔性齿轮的弹性变形来实现运动和动力传递。

当刚齿轮固定，波动发生器凸轮由电动机带动旋转，凸轮在柔性齿轮内转动，就迫使薄壁滚珠轴承及柔性齿轮发生弹性变形。这时柔性齿轮变形成椭圆形齿轮，随波动发生器凸轮旋转的相反方向转动，椭圆形长轴上的齿与刚齿轮上的齿啮合，而短轴上的齿则脱开，形成“啮入—啮合—啮出—脱开”，使柔齿轮相对刚齿轮发生错齿位移。

波动发生器凸轮顺时针（逆时针）转动一周，柔性齿轮相对刚齿轮逆时针（顺时针）转过了两个齿。因为柔性齿轮比刚齿轮少两个齿，而与柔齿轮相啮合的驱动齿轮齿数与柔齿轮齿数相等。因此，驱动齿轮输出轴也相对刚齿轮转过两个齿。

谐波齿轮传动比 = 柔性齿轮齿数/刚齿轮齿数 - 柔性齿轮齿数。

893. 可变传动比转向系统的工作原理是怎样的？

车辆在低、中速范围行驶时要求转向响应灵敏性，而在高速范围行驶时要求转向响应无需过度灵敏，VGRS系统通过转向执行器总成输出轴顺时针（正向）或逆时针（负向）的角位移来实现增大或减小前轮转向角的目的。

（1）低、中速行驶　低、中速行驶时，驾驶人顺时针（右转）转动转向盘，转向控制ECU根据目标转向角，使转向执行器总成内的电动机逆时针旋转。

电动机转动通过波动发生器输入到减速机构，电动机与柔性齿轮传动比降为50∶1。

转向执行器总成内的柔性齿轮带动驱动



齿轮输出轴相对转向盘所连接的转向执行器总成内的刚齿轮的顺时针角位移。因此输出轴顺时针转动角度要比转向盘转动角度大，其值等于转向盘实际转角加上转向执行器总成转角。这样前轮将增大偏右转向角，提高了车辆低、中速转向的响应，防止车辆转向不足。

（2）高速行驶　高速行驶时，驾驶人顺时针（右转）转动转向盘，转向控制 ECU 根据目标转向角，使转向执行器总成内的电动机顺时针旋转。

电动机的转动通过波动发生器输入到减速机构，电动机与柔齿轮传动比降为 50∶1。

转向执行器总成内柔性齿轮带动驱动齿轮输出轴相对转向盘所连接的转向执行器内刚齿轮发生少量的逆时针角位移。因此输出轴顺时针转动角度要比转向盘转动角度小，其值等于转向盘实际转角减去转向执行器总成转角。这样前轮将减小偏右转向角，迟缓了车辆高速转向的响应，防止了车辆转向过度。

894. 电控驻车制动系统的作用是什么？是怎样实现的？

EBP 电子驻车制动系统就是取代传统拉杆驻车制动的电子驻车制动按钮，比传统的拉杆驻车制动更安全，不会因驾驶人的力度而改变制动效果。

1）EPB 电子驻车制动系统通过内置在其 ECU 中的纵向加速度传感器来测算坡度，从而可以算出车辆在斜坡上由于重力而产生的下滑力，ECU 通过电动机对后轮施加制动力来平衡下滑力，使车辆能停在斜坡上。

2）当车辆起步时，ECU 通过离合器踏板上的位移传感器以及加速踏板的大小来测算需要施加的制动力，同时通过高速 CAN 与发动机 ECU 通讯来获知发动机牵引力的大小。ECU 自动计算发动机牵引力的增加，相应地减少制动力。当牵引力足够克服下滑力时，ECU 驱动电动机解除制动，从而实现车辆顺畅起步。

895. 传统驻车制动和电子机械制动有哪些异同？

电子机械制动把传统的拉杆驻车制动变成了一个触手可及的按钮，二者的比较见表 5-1。

表 5-1　传统驻车制动和电子机械制动的比较

项目	内容/说明	
	传统驻车制动	电子驻车制动
操作	拉起驻车制动器手柄	按下电子驻车制动按钮
释放	松开驻车制动器手柄	按开电子驻车制动按钮
坡路起车	驻车制动器、加速踏板和离合器踏板的复杂配合	车辆起步时自动释放
停车	持续的施加手制动或脚制动	当激活“Auto Hold”功能后车辆在每次静止后自动停稳

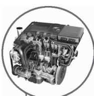
896. EPB 系统的主要组成部件有哪些？

EPB 系统的主要部件有控制单元、驻车制动电动机及液压单元。

EBP 电子驻车制动系统电控系统如图 5-6所示。

（1）控制单元 J540　该控制单元安装在行李箱右侧的蓄电池的下方。从蓄电池开始，驻车制动左、右电动机 V282/283 是单独控制的。在这个控制单元内装有两个处理器，驻车制动器松开的命令要由这两个处理器共同执行。该控制单元内还有一个微型倾斜角传感器。

（2）液压单元　为了能在主动巡航控制的调节过程中降低噪声，就需要使用集成的抽吸式阻尼消音器。这些抽吸式阻尼消音器就是一些小腔，通过橡胶膜片来平息制动液的波动。这种经过改进的液压单元只用于带有主动巡航控制装置的车。



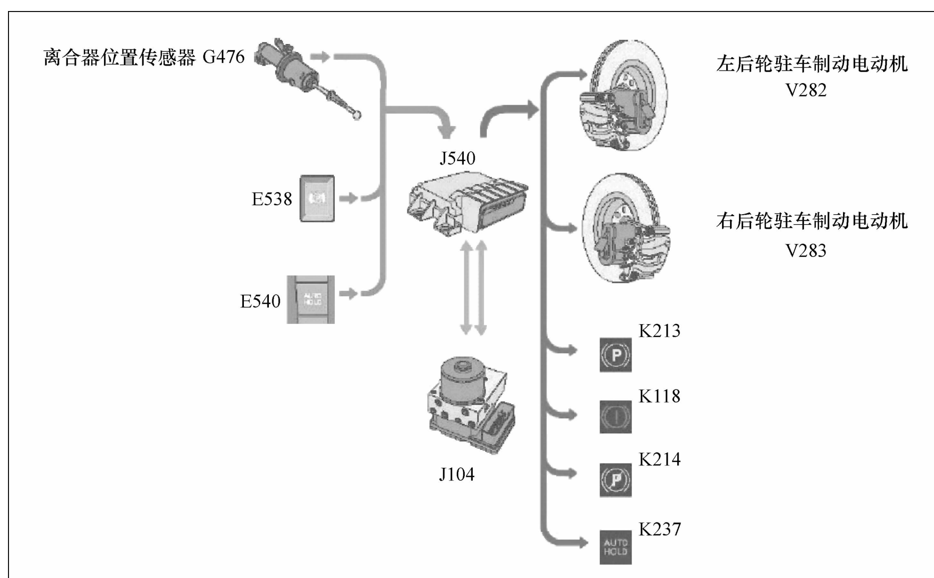


图 5-6　EBP 电子驻车制动系统

（3）驻车制动电动机　驻车制动左、右电动机 V282/283。

897. EPB 系统驻车制动电动机是怎么工作的？

要想实现驻车制动功能，就必须将驱动电动机的旋转运动转换成制动活塞的一个非常小的直线往复运动。这就需要斜轴轮盘机构与螺杆驱动相结合才能实现这个功能。

（1）电动机工作过程　这个运动转换过程分为 3 步来进行：

第一步，是“慢减速”（1∶3），这一步由电动机—齿轮机构输入端上的齿型传动带来完成。

第二步，由斜轴轮盘机构来实现。齿轮机构的输出端减速系数可达 147（与电动机的转速相比）。

第三步，通过一个螺杆来驱动制动活塞，这样就将旋转运动转换成往复直线运动了。

（2）执行工作　螺杆直接由斜轴轮盘机构来驱动。制动活塞内装有一个气缸，该气缸可在轴向滑动。两个平面可防止气缸转动。在气缸尾部加粗的部分上装有一个压紧螺母。螺杆的旋转运动会带动压紧螺母在螺杆上进行移动。

（3）驻车制动器拉紧　螺母在螺杆上向前运动，于是气缸与活塞就接触了，气缸和活塞都被压靠在制动盘上了。

（4）驻车制动器松开　螺母在螺杆上向前运动向回旋转，于是气缸卸荷，密封圈在恢复原状时会将活塞向回推，于是就松开了制动盘。

898. EPB 系统后轮执行元件斜轴轮盘机构是怎样工作的？

输入齿轮上安装有一个斜盘，该斜盘上带有圆锥形花键，斜盘与输入齿轮不是轴向平行的。

因此在输入齿轮转动时，该斜盘会呈摆动运动状态。斜盘是通过键槽固定在减速器壳体内的，它不能自由转动。

1）斜盘上有 51 个齿，输出齿轮有 50 个齿。

2）通过这个所谓的“分度误差”，斜盘的齿就总是与输出齿轮的齿面相接触，而决不会进入齿槽。因此，输出齿轮就会多转动一个小角度。



3）输入齿轮转一圈，输出齿轮和斜盘上各有两个齿轮啮合在一起。

4）由于斜盘的摆动，第二对齿轮副（位置2）在斜盘转了半圈后才啮合。输出齿轮在位置1会多转一点，这就使得在位置2时，斜盘的齿还是与输出齿轮的齿面相接触。这个运动一直进行下去的结果是：输出齿轮及与它相连的螺杆每转半圈时，就会多转半个齿宽。

899. 什么是车辆动态行驶平稳控制系统？VDC系统的工作原理是什么？

车辆动态行驶平稳控制系统主要配置在全时四轮的车辆上，VDC系统对转向行驶稳定性的控制主要是借助于对各车轮制动控制和发动机功率输出控制来实现的。例如汽车转弯时，若前轮因转向能力不足而趋于滑出弯道，VDC系统即可获得预计车辆侧滑信息，这时就采取适当的制动右后轮的措施。左后轮产生的制动力可以帮助汽车转向，使汽车继续按照原来的理想路线行驶。

在弯道上，因后轮趋于侧向滑出而转向过多，VDC系统即采取适当制动右前轮的办法，维持车辆的稳定行驶。在极端情况下，VDC系统还可以采取降低发动机功率输出的办法降低行驶车速，减少对地面侧向附着能力的需求来维持车辆的稳定行驶。采用VDC系统后，汽车在紧急避让或弯道路面上的制动距离还可进一步缩短。

900. VDC系统主要传感器有哪些？

1）轮速传感器，用来跟踪每一车轮的运动状态。

2）转向盘转角传感器，用来传感转向盘的转角，在紧急避让和转向时提醒系统进入工作状态。

3）横向偏摆率传感器，用来记录汽车转向行驶时的偏摆角度，是过度转向，还是不足转向。

4）横向加速度传感器，用来检测转向行驶时的横向滑移距离；

5）车轮位移传感器，用来测量车轮和车身相对位置的变化。

901. 轮胎压力监测系统的作用是什么？有哪些类型？

轮胎压力监测系统（TPM）是对轮胎气压进行实时自动监测，并报警。

可分为轮胎压力监测显示、带车轮位置识别的轮胎压力监测和不带车轮位置识别的轮胎压力监测3种。

（1）作用　轮胎压力监测系统（TPM）是在汽车行驶过程中对轮胎气压进行实时自动监测，并对轮胎漏气和低气压进行报警，以确保行车安全。

（2）类型

1）轮胎压力监测显示。轮胎压力监测显示也称间接式轮胎压力监控系统。

①轮胎压力监测显示是ABS控制单元的一个软件功能，它通过计算ABS传来的数据，识别每个轮胎的胎压故障。

②驾驶人自己将气压充到标定的气压值，然后按压一个按钮使系统学习标定值。

2）带车轮位置识别的轮胎压力监测

①这种系统由车轮电子单元、非接触式天线和控制单元构成。

②驾驶人将胎压充到正确值并且存储到系统内。

3）不带车轮位置识别的轮胎压力监测

①不带车轮位置识别的轮胎压力监测系统集成在舒适系统控制单元内，中控锁和防盗警报天线用于接收来自车轮电子单元的信号。

②这种系统的轮胎标定压力是出厂时预设的。

（3）3种轮胎压力系统的主要区别　3种轮胎压力系统的主要区别见表5-2。

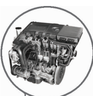


表 5-2　3 种轮胎压力系统的主要区别

项目	轮胎压力监测显示	带车轮位置识别的 TPM	不带轮胎位置识别的 TPM
软件	ABS 控制单元中的软件模块	单独的轮胎压力监控单元 J502	轮胎压力监控单元 J502,位于舒适系统控制单元 J393 中
轮胎电子单元	无	每轮一个	每轮一个
天线	无	每个轮罩一个	无,信号由中控锁和防盗警报天线接收
标定轮胎压力	驾驶人自己充气并存储	驾驶人自己充气并存储	出厂预设
操作	按住按钮 2s SET	通过信息系统	按住按钮 2s
学习过程	在校准过程学习标定压力	轮胎重新充气后,需要开始学习	更换轮胎电子元件标定压力不变

902. 轮胎压力监测显示（TPMD）的特点是什么？有哪些主要元件？怎么进行监控的？

1）轮胎压力监测显示（TPMD）是 ABS 的一项软件功能，没有自己的地址码。

2）主要对轮胎体积和轮胎振动情况进行监控。

（1）工作特点　来自 ABS 的不同数据用于计算轮胎的滚动周长，滚动周长与其他相关参数进行比较。轮胎缺气会引起信号的变化，相关参数是系统根据自学习过程的驾驶状态计算出来的，此过程称为校准。

（2）主要元件

1）J104 ABS 控制单元。

2）J285 组合仪表。

3）J533 网关。

（3）系统控制　轮胎压力监测显示（TPMD）是通过 ABS 的轮速传感器来比较轮胎之间的转速差别，以达到监测胎压的目的。

如图 5-7 所示，4 个轮速传感器把各自的车轮转速信号传至 J104，J104 将信号再传至轮胎气压监控控制单元 J793，J793 进行数据处理，如果轮胎气压太低或漏气，轮胎气压监控控制单元 J793 通过网关 J533 传至仪表 J285 进行报警。

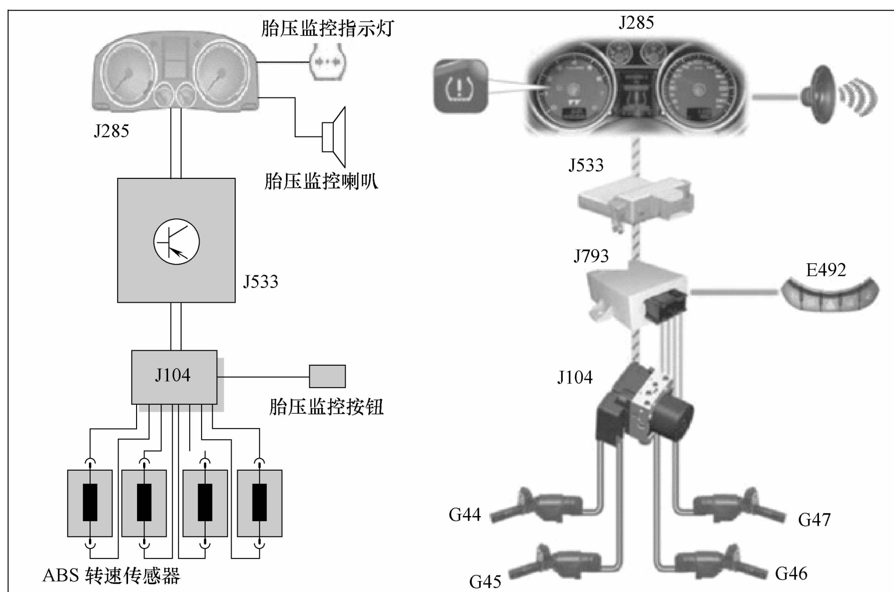


图 5-7　间接式轮胎压力监控系统



1）监控轮胎体积　轮胎气压损失时，体积变小。要行驶相同的路程，缺气车轮必须比没有气压损失的轮胎转得更快。车轮转速被ABS控制单元传递给J793。J793将进行车桥轴对称和单侧车轮滚动范围比较。

2）监控轮胎振动　由于行车道的不平整性，每个轮胎滚动时会引起转动振动。分析车轮转速可以测出该振动。如果气压降低，那么振动方式改变。因此监控轮胎振动程序可以同时安全识别各个轮胎上的气压损失，如轮胎上的慢漏气等。

903. 轮胎压力监测显示（TPMD）怎样校准？

每次更换轮胎或轮胎重新充气后，都需要重新校准。

（1）按住胎压校准按钮2s

1）仪表内的警告灯会亮起2s。

2）伴有一声锣响。

3）系统校准开始进行。

4）校准后警告灯自动熄灭。

如果系统监控到胎压损失，位于组合仪表内的警告灯就会闪亮，并同时伴有一声锣声报警，以此来提示驾驶人。

只有当重新校准后，警告灯才可熄灭。若不重新校准，每次打开点火开关后，都会伴有一声锣声报警。

（2）参数变化　轮胎参数发生变化时，系统需要校准以确定新的参数，轮胎参数变化的情况包括：

1）更换轮胎。

2）轮胎重新充气。

3）底盘维修。

校准：按住胎压校准按钮2s，此时，仪表内的警告灯会亮起2s并伴有一声锣响。

在正常驾驶条件下，系统自动将轮胎标定压力校准到驾驶人的充气值。在校准过程中，数据是逐渐传递到胎压监控系统的。系统经过自学习后便可以进行胎压监控，整个过程需要几分钟时间。

904. 胎压监控终止条件是什么？

每次更换轮胎或轮胎重新充气后，都需要重新校准。

（1）因素影响　轮胎的滚动周长是胎压监控的基础，滚动周长除了受轮胎压力影响外，还会受到下列因素影响：

1）轮胎打滑（行驶打滑或制动打滑）。

2）转弯时轮胎的位置。

3）车辆负载。

4）路面状况（路面有雪、结冰、有水）。

（2）胎压监控终止　下列条件下，胎压监控将会终止：

1）路面不平坦或路面疏松。

2）驾驶人选择运动驾驶模式。

3）施加制动。

4）上坡行驶或下坡行驶。

905. 轮胎压力监测显示（TPMD）中更换ABS泵总成要注意什么？

编码前气压要调校至标准气压，编码后系统自动校准。

更换ABS总成时，需要注意：

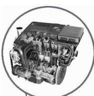
1）是否带有轮胎压力监控系统，如果有，则ABS需要正确编码。编码后，系统自动校准。

2）正确编码前，需要将轮胎充气到正确值。

3）为了确保校准正确进行，需要按下胎压监控按钮两秒钟，此时仪表内警报灯亮起，系统校准再次进行。

906. 不带车轮位置识别的TPM系统的工作特点是什么？组成结构是怎样的？怎样操作？

（1）工作特点　轮胎压力传感器以固定的频率将数据向外传输，中控和防盗警报天线接收数据并将其传给轮胎压力监控系统控制单元J502（集成在舒适系统控制单元中）。



（2）操纵切换

1）标定的气压（监控气压）在出厂时已经存储。该气压与标注在油箱盖上的大众集团认可轮胎的气压值是相同的。预设的满载气压和半载气压是不可改变的。

2）驾驶人可以通过中央扶手处的按钮在满载气压和半载气压间切换、检查轮胎气压状态、打开或关闭轮胎气压监控。

907. 不带车轮位置识别的 TPM 系统中怎么设定胎压？

如果车上装的轮胎气压值与油箱盖上的规定气压值不同，系统也可以用第二套气压设定值进行监控。第二套气压只能通过 VAS5051/5052 设定，系统无法通过轮胎压力传感器自动识别和学习第二套轮胎气压值。设定第二套轮胎气压值步骤：

1）设定前读取轮胎传感器的识别码。

2）激活 TPM 的第二套设定值。

3）输入轮胎识别码和标定气压值。

908. 不带车轮位置识别的 TPM 系统中车轮压力电子装置元件有哪些？

车轮压力电子装置（传感器）如图 5-8 所示，由压力传感器、温度传感器、加速度传感器、电池以及测量、传送和控制元件组成。



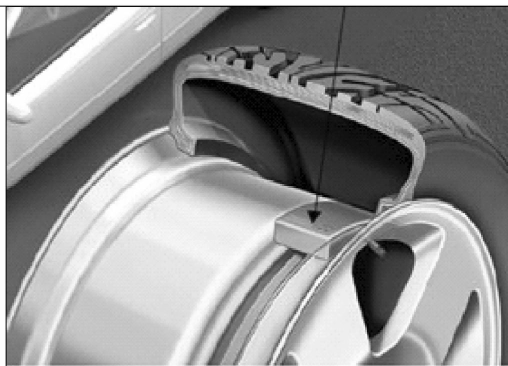


图 5-8　车轮压力电子装置（传感器）

909. 不带车轮位置识别的 TPM 系统中数据传输的作用有哪些？

有以下 5 种传输作用。

1）轮胎气压：判断轮胎的压力变化。

2）温度：用来计算当前的轮胎气压。

3）加速度：车轮加速度用来比较当前的车速。通过比较可以防止胎压监控电源 J502 将其他车辆的车轮电子元件误当成自己的。

4）控制位：用来判断是否是内部故障。

5）状态信息：信息传递的模式及其原因。

910. 轮胎压力数据传输的状态和条件是什么？

轮胎压力数据传输的状态和条件有以下 3 种情况。

1）车辆静止或车速低于 25km/h，无数据传递。除非轮胎压力变化超过 0.2bar/min。

2）当车辆静止时间超过 20min，之后车速高于 25km/h，则每隔 15s 传输 30 个信号（持续约 7.5min）。在正常行驶条件下，每分钟传输 1 个信号。

3）若轮胎压力缺失超过 0.2bar/min，则每 15s 传送一个信号。

911. TPM 系统中更换轮胎后怎么设定？

系统会自动识别出新传感器的识别码并自动读取数据。

1）更换轮胎后，当车速超过 25km/h 时，系统会自动识别出新传感器的识别码并自动读取数据，加速度信息用来判断车速，



此过程需要约 7min。

2）在 TPM 系统自动学习新的传感器前，系统需要先学习静止模式。此时车需要静止 20min 或当轮胎漏气时，需要 5min。

3）当车速超过 25km/h 的时间大于 7min 后，系统完成自学习。

912. TPM 系统中什么情况下故障警告灯点亮？

系统会自动识别出新传感器的识别码并自动读取数据。

1）换上备胎后（备胎不带压力传感器）。

2）没有安装轮胎压力传感器。

3）利用修理包对轮胎进行修补后。

4）周围有电磁干扰。

5）更换轮胎后，静止时间不够。

6）轮胎压力确实过低。

913. 带车轮位置识别的 TPM 系统是怎么控制的？

利用安装在轮胎里的压力传感器来直接测量轮胎的气压，利用无线发射器将压力信息发送到中央接收器模块上的系统，然后对各轮胎气压数据进行显示。

带车轮位置识别的 TPM 系统也称直接式轮胎压力监控系统，该系统是利用安装在每一个轮胎里的压力传感器来直接测量轮胎的气压，利用无线发射器将压力信息从轮胎内部发送到中央接收器模块上的系统，然后对各轮胎气压数据进行显示。当轮胎气压太低或漏气时，系统会自动报警。

该系统为双向单天线直接测量系统。轮胎压力监控控制单元 J502 连接在 CAN 舒适总线上，每个车轮罩内都安装了一个轮胎压力监控发射器 G431、G432、G433、G434；后部轮胎压力监控系统 R96 天线位于车顶上的车内灯和滑动车顶模块之间。发射器和天线都是通过 LIN 总线与控制单元相连，每个车轮还有一个轮胎压力传感器 G222、G223、G224、G225。

914. 带车轮位置识别的 TPM 系统工作过程是怎样的？

当打开驾驶人侧车门或 15 号接线柱接通时，系统就开始初始化，控制单元 J502 给轮胎压力监控发射器 G431 ~ G434 和天线 R96 各分配一个 LIN 地址。

初始化完成后，这几个发射器依次从控制单元接收到一条信息，随后这些已经分配有地址的发射器发射出无线电信号（频率为 125kHz，只发射一次），由于这种无线电信号的作用半径很小，所以它们只会分别被相应的轮胎压力传感器所接受，传感器被所对应的无线电信号激活，会发送出测量到的轮胎当前压力和温度值，这些测量值被天线 R96 接收后再经 LIN 总线传送到控制单元。

轮胎压力传感器上装有离心力传感器，该传感器可以识别出车轮是否在转动。只要车处于停止状态，发送完一次信号后就不再进行任何通信。

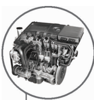
车辆起步时，传感器约 2min 后开始与车轮位置进行匹配。当车速超过约 20km/h，每个传感器会自动发射当前的测量值，而不需等待来自各自发射器的信号。

发射出的无线电信号中包含有传感器的 ID，这样控制单元就可以识别出是哪个传感器发出的信息及其位置。

正常情况下，发射器每隔约 30s 发射一次信号。如果传感器发现压力变化较快（大于 20kPa/min），那么传感器会自动切换到快速发送模式，这时每隔 1s 就发送一次当前测量值。

915. 怎样诊断胎压监控单元 J793 及四轮压力参数？

例举：奥迪 A6L 轿车于 2009 款 PA 版车型之后推出的胎压监控系统采用的是间接测量方式。胎压监控单元 J793 位于动力 CAN



总线上，利用车轮速度传感器（EPS 传感器）比较各车轮的转动情况。

奥迪 A6L 轿车胎压监控单元 J793 位于动力 CAN 总线上，利用车轮速度传感器（EPS 传感器）比较各车轮的转动情况，当一个或多个胎压失压，则其滚动周长变得越来越小。这样，行驶一定的路段该轮胎所需转动的圈数就增多了。通过车轮转速传感器采集到这个信息，然后胎压监控单元对其进行分析。控制单元识别出较大的失压时，通过仪表板中的指示灯向驾驶人发出警报。在某些动态运行状态下，例如，快速曲线行驶、恶劣路段上行驶、起步和制动时，只在一定条件下才由控制单元分析测量值，在多数情况下，不分析轮胎压力损失。

1）四轮压力警告数据块阅读：4C-08-001、002，（4C 为地址码）

数据块 4C-08-001 第 II 区：左前轮胎压力警告；第 IV 区：右前轮胎压力警告。

数据块 4C-08-002 第 II 区：左后轮胎压力警告；第 IV 区：右后轮胎压力警告。

以上各区显示 0～255，当轮胎压力报警时为 0，存储轮胎气压值后为 255。

2）四轮转速阅读：4C-08-014

数据块 4C-08-014 第 I 区：左前轮转速；第 II 区：右前轮转速；

第 III 区：左后轮转速；第 IV 区：右后轮转速。

由于 ESP 的自诊断功能在车速达到 15km/h 以上就自动退出了，所以这组数据非常实用，可以在车辆行驶时连续监控车轮转速，从而找出导致压力报警的车轮。

916. 轮胎的标示有什么含义？

在每个轮胎侧壁上的标记中还包括一个表示允许最高速度的字母。

（1）轮胎的速度标记　在轮胎大小的数据说明（比如 185/65R 14-86T）后的速度标记（比如“T”）给出了所允许的轮胎最高速度（v_{max}）。汽车的轮胎必须选择为其最大允许速度比通过汽车所能达到的（结构形式所限的）最高速度要高。

（2）轮胎的磨损与使用性能　对于“高机动化汽车”的 H、V、Z 型轮胎而言具有很高的轮胎制动附着力，包括在湿滑和被水淹没的路面上行驶。另一方面，这个结构形式的轮胎行驶里程不如其他型号轮胎那么长，例如 S 或 T 型轮胎。

917. 轮胎的速度等级有哪些？

在每个轮胎侧壁上的标记中还包括一个表示允许最高速度的字母。

例如：195/65 R 15 H 中的 H 表示“最高 210km/h”。

对于轿车轮胎来说，最常用的速度等级字母如下：

Q 表示最高 160 km/h；

R 表示最高 170 km/h；

S 表示最高 180 km/h；

T 表示最高 190 km/h；

H 表示最高 210 km/h；

V 表示最高 240 km/h；

W 表示最高 270 km/h；

Y 表示最高 300 km/h；

ZR 表示超过 240 km/h。

918. 轮胎的性能有什么要求？

轮胎要求示意图如图 5-9 所示。

圆表面显示了轮胎的性能。它显示了要求 A 到 H 要求比例在轮胎结构和橡胶混合物如何分配。一个要求的改进会造成对另外一个要求的不利。

潮湿制动性能的改进 A 将导致行驶舒适性 B、滚动阻力 G 以及预期寿命 F 下降。

轿车的预期寿命不仅取决于轮胎的橡胶混合物和结构形式。使用条件、汽车种类和行驶方式都会对轮胎的使用性能造成很大的影响。配有合适发动机的现代化的汽车允许经济的驾驶模式，同时也必须允许运动的驾



驶模式。轮胎的使用寿命从 1 万到 6 万或者 8 万千米均有可能。行驶方式是影响到轮胎使用寿命的决定性因素。

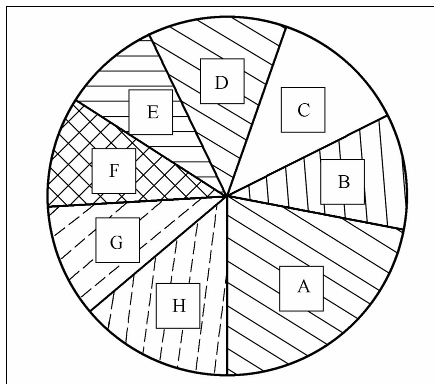


图 5-9 轮胎要求

A—潮湿制动性能 B—行驶舒适性
C—转向精确性 D—行驶稳定性
E—轮胎重量 F—预期寿命
G—滚动阻力 H—抗滑性

919. 对于轮胎使用寿命的影响有哪些?

行驶方式和环境是影响到轮胎使用寿命的决定性因素。

1）车速、制动、加速、转弯行驶、胎压、路面、室外温度和气候、重量、动态前束和倾角值、速度范围、潮湿或干燥，这些因素在不同强度下将影响到轮胎的使用寿命。

2）汽车重量会导致轮胎支承面被压平。在轮胎滚动时，会导致胎面和整个带束层持续损坏。在低胎压时会造成更高的强制变形，甚至产生更强的温度升高和更大的滚动阻力，由此会造成更高的磨损和更大的安全危险。

920. 对于轮胎压力有什么要求?

汽车重量会导致轮胎支承面被压平。在轮胎滚动时，会导致胎面和整个带束层持续损坏。在低胎压时会造成更高的强制变形，甚至产生更强的温度升高和更大的滚动阻力。由此会造成更高的磨损和更高的安全危险。过高的胎压会导致中间位置磨损的升高和滚动稳定性的不利。推荐始终遵照由生产厂商所给出的胎压。

921. 对轮纹深度的测量有什么要求?

轮纹深度在轮胎上有磨损极限标记。TWI 突起部分为 1.6mm 高。

轮纹深度在主胎面沟纹内测量，不要在 TWI 上测量（Tread Wear Indikator，意为轮纹磨损标记）。

轮纹深度在轮胎磨损最严重位置上的主胎面沟纹中测量。TWI 标记的位置在轮胎凸缘上可见。作为“TWI”标记的替代，可以为一个“Δ”标记或生产厂商的“公司图标”。TWI 突起部分为 1.6mm 高。

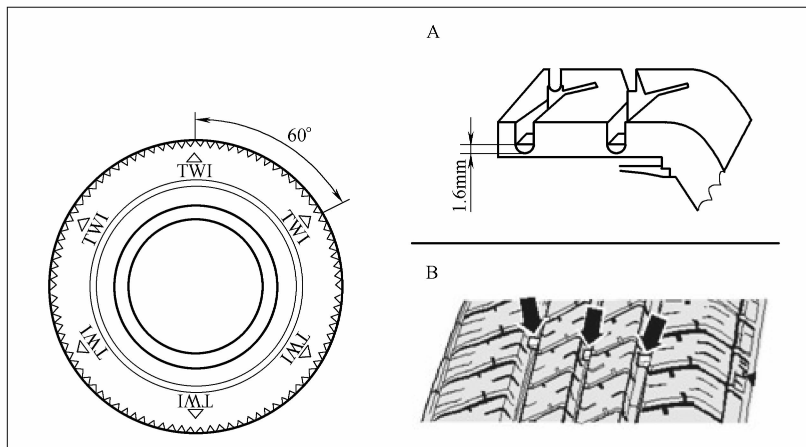
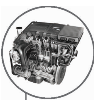


图 5-10 轮纹深度的测量



TWI 标记一定不要算在测量范围内。对于测量值而言，在胎面沟纹最深位置的尺寸是起决定作用的。如图 5-10 所示，A 为在主胎面沟纹中的 TWI 标记；B 为带有 TWI 标记的主胎面沟纹箭头。

922. 轮胎上的颜色标记有什么含义？

轮胎上白色点也称为匹配点，表示轮胎上径向力最低的位置。

1）轮胎侧壁上有一个白色点。这个白色点也称为匹配点。匹配点表示轮胎上径向力最低的位置（在整个轮胎圆周上测量）。径向力波动是径向摆动误差与轮胎刚性差异共同作用的结果。这种情况是由所用组件材料厚度不均匀造成的。

2）径向摆动偏差无法通过车间设备在轮胎本身上检测出来。只有装配成整个车轮时，才能利用车间设备检测径向摆动偏差。

3）在钢制轮辋的外侧轮缘上，作为标记用冲子冲出了一个最大径向摆动误差点（高点）。

4）钢制轮辋轮缘上的标记必须对准轮胎上的标记。这样才能确保最佳安装状态。铝合金轮辋上没有这样的标记。

5）轮胎运行表面上也有符合轮胎标准要求的彩色带状标记。这些彩色带状标记以代码形式表示宽度、直径、高宽比和速度等级等轮胎数据。

923. 汽车定位测量参数有哪些？

汽车定位测量参数有前轮前束、前轮外倾、主销内倾、主销后倾等。

1）汽车定位参数是保证汽车安全行驶的重要参数，作为汽车性能检测一项重要指标的车轮定位参数的检测，在日常的维修中是必不可少的检测项目。

2）汽车车轮定位参数的测量方法有静态测量和动态测量两种，相应的检测设备也分为静态检测设备和动态检测设备。

静态测量法是在汽车停止的状态下使用测量仪器对车轮定位进行几何角度的测量。车轮静态测量参数包括：前轮前束、前轮外倾、主销内倾、主销后倾、两轮转角差（即转向前展差）、后轮束角与倾角以及后轴的偏斜与偏移等。使用的仪器主要有光学式和电子式三大类。

924. 汽车定位相互影响的参数有哪些？

例如，改变前束角会变动外倾角。

四轮定位底盘维修时，往往无法应用理论去解决实际问题。由于车体底盘的结构，所有四轮定位角度都在通过底盘的机械结构相关联，改变其中一个角度，其他的角度也会相应地改变。

1）改变前束角会变动外倾角。由于改变前束角时，车轮会依着转向轴转动。因此外倾角会变动。后倾角越大其外倾角改变也越大。

2）调整后倾角会改变车轮偏角。当后倾角加大或减少时，由于转向轴上支点会向前或向后移动。另一方面可调整的就是转向轴的最下支点，也就是轮胎。

因此加大或减小后倾角的调整会使前轮向前或向后滑动，而改变了车轴偏角。为了使前轮自由向前、后移动，使用的转盘也必须具有可前、后滑动的功能。

3）改变外倾角可同时改变内倾角。改变内倾角会造成外倾角改变。不同的悬架结构有不同的外倾角调整方法。如果向左右移动上支架点或移动下支架点，则不但外倾角改变，其内倾角也随之改变。

因此即使外倾角被调整标准了，但由于内倾角的变化，会导致行车不平顺。解决了这个问题，同时又制造了另一个问题。

4）改变后轮前束会影响前轮单轮的前束。后轮前束角决定后轮推进线角。现代的四轮定位都是采用推进线定位方法来决定前轮前束的，因此前束没有变化。

由于其单轮前束的基准线（推进线）变



动了，因此单轮前束也会跟着变动，前轮总前束并没有因此而改变。

925. 车轮外倾角的作用是什么？对车辆有什么影响？

车轮外倾角调整车辆负载作用于轮胎的中心，消除跑偏，减少轮胎磨损。

（1）作用　从汽车的前方看轮胎的几何中心线与地面的铅垂线的夹角。轮胎的上缘偏向内侧（靠近发动机）或偏向外侧（偏离发动机），当轮胎中心线与铅垂线重合时为零外倾角，当轮胎中心线在铅垂线外侧时的夹角为正外倾角，当轮胎中心线在铅垂线内侧时的夹角为负外倾角。

（2）对车辆的影响

1）正外倾角太大的影响　轮胎外侧单边磨损，悬架系统零件磨损加速，车辆会朝着正外倾角较大的一侧跑偏。

2）负外倾角太大的影响　轮胎里测单边磨损，悬架系统零件磨损加速，车辆会朝着负外倾角较小的一侧跑偏。

926. 前束的作用是什么？对车辆有什么影响？

（1）作用　从车辆的前方看，于两轮轴高度相同处测量左右轮胎中心线之间的距离，车轮前端距离与后端距离的差值称为前束角。前端距离大于后端距离为负前束，反之为正前束，相等为零前束。

前束的作用是降低轮胎磨损与滚动摩擦。

（2）对车辆的影响　轮胎外（内）侧磨损会有正（负）外倾角太大所形成的磨损形态，胎纹磨损形式为羽毛状。当用手从内侧向外侧抚摸胎纹外缘时会有税利的刺手感觉。

927. 主销后倾角的作用是什么？对车辆有什么影响？

（1）作用　上球头或支柱顶端与下球头的连线（转向时，车轮围绕其进行转向运动的转向轴）向前或向后倾斜的角度。向前倾斜称为负主销后倾角，向后倾斜称为正主销后倾角。

主销后倾角的作用是保证转向稳定性及转向后转向盘自动回正能力。

（2）对车辆的影响

1）主销后倾角太小造成不稳定。转向后缺乏转向盘自动回正能力；车速高时发飘（车辆在高速公路上行驶时应对此项予以充分重视）。

2）主销后倾角不对称造成跑偏。左右两轮之主销后倾角不相等超过30′（0.5°）时车辆出现跑偏，跑偏方向朝向主销后倾角较小的一侧。

928. 主销内倾角作用的是什么？对车辆有什么影响？

改善车辆稳定性和方向操纵性。

（1）作用　从车辆的前方看转向轴线与地面铅垂线所形成的角度。

减少转向操纵力，减少回跳和跑偏现象，改善车辆直线行驶的稳定性。

（2）对车辆的影响　可以改善车辆稳定性能，主销内倾角如果失准会导致车轮行驶漂浮不定，方向操纵性能变差。

929. 四轮定位仪的测量方法有哪些？

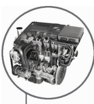
四轮定位仪的精度主要取决于测试方法和测试机构。

按照测量结构和测量方式的不同，四轮定位仪大致有以下几种分类。

1）接触式测量：使用探头式差动变压器，测量车轮的端面高度变化。

2）非接触式线激光传感器：使用线激光加CCD图像分析，测量车轮的端面高度变化。

3）3D激光测量单元：采用3D激光、摄像测试技术。



930. 非接触式激光传感器的测量原理是什么？

非接触式激光传感器和3D激光测量单元是目前广泛使用的测量方式。

（1）二传感器式　两个传感器测量车轮的X、Y方向位置信息。先是在水平位置进行一次检测，然后传感器支架回转90°，再测量Y方向。两次测量的结果作为车辆调整的依据。调整结束后，将再次用同样的方法检测车辆轮胎，如果不合格应再次调整，直到合格为止。

（2）三传感器式　用三个传感器进行测量，传感器成品字形布置，分别处于钟表9点、12点、3点钟位置。3点、9点传感器用来测量X方向的轮胎位置数据，上面的12点传感器和底下两个的中点连线，用来测量轮胎Y方向的位置数据。

（3）四传感器式　四传感器式是激光传感器。

931. 激光测量原理是什么？

（1）3D激光传感器　图像处理系统对测量数据进行处理，得出需要的数据。

（2）轮胎轮廓线基本算法　系统需要根据所得图像得出轮胎轮廓线，方法如下。

1）测取车轮轮胎轮廓线，激光系统通过发射激光及接收激光的方式，测量车轮轮廓。通过连续的光束，读取并用计算机模拟出车轮轮胎轮廓。这个轮廓包括车轮边沿及车轮本身的毛刺、字迹等“扰动”成分，这是必须处理的。

2）提取高点附近的计算区段。通过轮胎壁过滤算法（经过过滤平滑处理，以消除轮胎变形、毛刺及字母影响）、轮胎边缘跳动补偿（去掉轮胎边缘及周期性的跳动）等处理方式，提取高点附近的一个区段的十几个点的数据，进行后续运算。

3）计算最高点，从距离数据上筛选出最高点。

（3）三线式前束、外倾的基本计算　首先计算前束，接着计算外倾。在修理工调整时，整个测量过程是动态的。测量结果可以动态显示在屏幕上，直到操作者调整合格为止。

932. 转向盘不正如何调整？

检测定位，调整前束。

在调整前轮定位时，如果前束正确，但是转向盘不正，则应先把转向盘摆正然后通过调整转向拉杆，使转向拉杆居于中间位置，也就是说左右转向拉杆的长度一致。然后检测定位，调整前束。

如果只检测和调整前轮定位，但是后轮前束失准，同样会造成轮胎偏磨、跑偏和转向盘不正。因此后轮前束的调整不容忽视。只要是后轮前束可以调整的汽车，应当首先调整好后轮前束，然后再调整前轮前束和其他角度。这是车速较高的乘用车（轿车）采用四轮定位仪调整前束的主要原因。如果不调整后轮前束角或后轮前束角不可调，四轮定位仪将调整前束角来补偿不为零的推进角。

933. 车轮和轮胎运转不平顺的原因是什么？

运转不平顺最大可能会由于轮胎磨损而产生。

运转不平顺的原因是多方面的，其中最有可能的是轮胎磨损。行驶中造成的轮胎磨损不是在整个胎面均匀分布的。这样在一定程度上破坏了车轮原有的平衡状态。转向时不容易察觉车轮的轻微不平顺，但是这不意味着它们不存在。这将加速轮胎的磨损，并减短轮胎的使用寿命。

为了能在轮胎的使用过程中确保最佳安全性、最佳运转平顺性、磨损均匀，建议在轮胎全部使用寿命期间至少对车轮和轮胎平衡两次。

934. 车轮和轮胎平衡前应满足什么条件？

应满足的条件主要有轮胎气压、胎面磨



损程度等。

1）轮胎充气压力必须是正确的。

2）胎面没有发生偏磨并且应至少为4mm深。

3）轮胎必须没有任何损坏，如划伤、刺伤、鼓包等。

4）车轮悬架、转向装置、转向联接包括减振器必须处于正常状态。

935. 怎样进行车轮和轮胎平衡测试？

轮胎在动平衡机上滚动的过程中对车轮和轮胎的径向力进行检验。

通过动平衡机可以进行除了当前已知的静平衡之外的其他功能。这个系统的特殊性是在滚动过程中对车轮和轮胎的径向力进行检验，其中一个滚轮用大约6.22kN的力压在车轮上，这样实现了在行驶过程中街道表面对轮胎支承力的模拟。通过在车轮和轮胎的径向跳动和轴向跳动以及在轮胎内的不同韧度而使得轮胎支承力变化。动平衡机识别和存储了在轮胎内最大测量径向力的位置。同时测量到轮辋边缘和轮辋中心之间最小尺寸的位置。

在更改配重重量之前不平衡量一定要小于20g。

如果在平衡时确定残余不平衡量超过20g，则应将车轮在轮毂上旋转一定的角度位置。将所显示不平衡的位置标记出来；然后将车轮拧松并且将其在轮毂转到另一位置，以便使标记的位置朝下。

首先将最下面的车轮螺栓用大约30N·m的力矩用手拧紧。以大约30N·m的力矩将其余的车轮螺栓以交叉方式拧紧；由此车轮就定位在轮毂上。再次用精配重设备检查不平衡量是否少于30g。

936. 由于低胎压造成的轮胎损坏有什么故障特征？

胎体和橡胶分离、沿胎圈周向形成的宽凹痕和具有胎面裂纹的轮胎，这三种轮胎故障情况均由胎压过低造成。

（1）胎体和橡胶分离　由于超低气压行驶而造成的强烈温度升高会导致温度过高，并引起胎体从橡胶材料分离，所显示的轮胎是在相对于载荷充气压力偏低的情况下经常行驶的典型损坏状况。

轮辋造成的胎缘圆周磨损和变色是这种损坏形式的典型磨损形式。在胎侧内部可以看见小的压缩褶皱。在轮胎动时，在钢丝帘布层之间，特别是在带束末端上会产生很高的剪力。

（2）沿胎圈周向形成的宽凹痕　沿胎圈周向形成的宽凹痕，轮胎在气压过低的情况下行驶过。如果行驶时气压过低，或者没有发现轮胎损伤或忽略时，可能会产生严重后果。轮胎可能在行驶中无法再承载出现的力。上述所指出的缺陷可能会导致轮胎功能极大地受到限制。橡胶混合物相互分离，它可能导致轮胎部件的分离直至完全损坏。

（3）具有胎面裂纹的轮胎　这种损伤的形成是长时间内形成的。如果已经损伤的轮胎受到了很高的负荷，则可能在高速行驶时在离心力的作用下造成轮胎部件的断裂。



第二节　故障诊断与维修操作

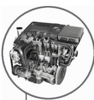
937. 怎样手动设置高度？

操纵水平高度手动设置开关进行设置。

（1）设置条件　手动设置高度的前提条件是发动机已起动和车门已关闭，在点火装置关闭后，最近一次选择的高度存储在存储器中。

（2）设置操作

1）要升高车辆，向前轻按跷板开关，车辆高度就会升高一个级别；降低车辆高度



需要向后轻拨踏板开关，车辆高度就会降低一个级别。

2）关闭水平高度控制的具体步骤：开启点火装置，向前按踏板开关10～15s，松开踏板开关后，仪表板多功能显示器上显示“车辆水平控制功能关闭”，此时车辆可以升高。

3）再次开启车身水平高度控制系统，首先要开启点火装置，向前按踏板开关10～15s或者使车辆起步，车身水平高度控制系统自动开启。

（3）信息显示和警告　所选高度通过踏板开关旁的LED显示，在调节过程中，踏板开关旁相应的LED指示灯闪烁，随后会持续亮起，高度变化也在仪表板多功能显示器上显示。但是，从标准高度到低位高度的自动切换以及从低位高度到标准高度的自动切换不会在仪表板多功能显示器上显示。如果存在系统故障，仪表板多功能显示器上会显示各种不同的信息。警告信息在控制系统停用时显示，此时不存在故障。当上述操作步骤完成时，警告信息立即消失。

938. 电控空气悬架控制单元出现故障怎么办？

下文举例说明电控空气悬架控制单元故障。

（1）例举故障现象　一辆奥迪A8轿车，由于电控悬架的空气泵经常退出控制，使汽车无法根据路况和行驶条件的变化变更车身的高度和硬度。修理后空气泵不再退出控制，但使用一段时间后车身高度总是停留在最低位置，不再升高。

（2）具体故障诊断分析　车辆在行驶中空气泵是否退出控制，主要取决于空气泵工作温度是否过高。

空气泵上装有温度传感器，当温度达到130℃时，为了防止空气泵因过热而发生烧蚀现象，控制单元会自动断开空气泵的继电器，待温度正常后再恢复工作。

该车开始时空气泵经常退出控制的原因是电控悬架控制单元内的A/D转换器转换错误，本来空气泵工作温度正常，但由于控制单元数据转换错误，误认为空气泵工作温度超过130℃，所以经常让空气泵退出工作。

（3）执行故障排除　更换电控悬架的控制单元和空气泵，并消除故障码，故障排除。

939. 电控空气悬架传感器出现故障怎么办？

下文举例说明电控空气悬架传感器故障。

（1）例举故障现象　一辆奥迪A8轿车电控悬架始终在最低位置，不能进行高度自动调节，稍遇颠簸车轮上部就可能与翼子板相碰。

（2）具体故障诊断与分析　用故障诊断仪调取故障码，为左前垂直高度加速度传感器短路或断路。

垂直高度加速度传感器用来测量车身高度的垂直加速度的变化，以确定汽车行驶路面的状况，控制单元根据垂直加速度传感器提供的信息，计算出汽车在该路面行驶所需的最佳阻尼力。

（3）执行故障排除　更换左前垂直高度加速度传感器，并消除故障码，故障排除。

940. 电控空气悬架空气弹簧出现故障怎么办？

下文举例说明电控空气弹簧故障。

（1）例举故障现象　一辆奔驰轿车电控悬架有时在最低位置，不能进行高度自动调节。在不平路面行驶时必须小心翼翼，稍遇颠簸车轮上部就可能与翼子板相碰。而有时又可以进行高度自动调节。不能进行高度自动调节时仪表显示“AIR SPRING VISIT WORKSHOP”即空气弹簧系统故障。

（2）具体故障诊断与分析　用故障诊断

仪读取故障码，诊断为执行器中右前的一个电磁阀故障。

电控悬架控制的电磁阀输入或输出惰性气体氮气。如控制单元发现有电磁阀短路或断路，整个系统就会退出，电控悬架就停留在最低位置。如果是电磁阀短路或断路，在排除故障前电控悬架就应始终在最低位置。维修人员在检测过程中发现在对端子进行电阻检测时有时电阻是∞，有时在测量中晃动一下线束，电阻值又恢复正常。

根据上述诊断，初步确定是电磁阀线束出现断路故障。

（3）故障点确定　经排查发现一处可疑线段（比一般线软，好像内部无线丝），剥开后发现此处断路。由于电磁阀线束外皮较粗，导线断开后在线束外皮的挤压下有时断开的导线还保持接触，所以有时检查电阻值正常。

（4）执行故障排除　更换电磁阀线束，消除故障码后，电控悬架可以进行高度自动调节，故障排除。

941. 怎样检查和拆装转向球头？

举例宝来轿车，用力下拉转向球头，再向上推。如果有明显的间隙，必须更换球头。

（1）检查球头　用力向里、外压车轮下部。要仔细检查球头。注意，有可能存在的车轮轴承“窜动”或减振器上支座“窜动”。

（2）转向球头的拆卸

1）拆下12角自锁螺母；拆下车轮；举升车辆。

2）旋松螺母，直至螺母上表面与螺栓头平齐。拆下螺栓。

3）压出传动轴。压出传动轴时，确保有足够间隙。

4）将传动轴固定到车身上。传动轴不能向下悬挂。不然过度弯曲将会损坏内万向节。

5）将车轮轴承座连同转向球头从控制臂上拉出。

6）将车轮轴承座连同减振器向外摆，并且支撑好。

7）压出转向球头。

（3）转向球头的安装　安装时，拧上新的自锁螺母，用扭矩钥匙T40以防止其旋转；将球头装到车轮轴承座中。然后将转向球头固定到控制臂上。

942. 怎样检查和更换减振器？

举例宝来轿车前减振器。

1）拆卸车轮；取下防尘帽。

2）从制动钳上拆下导向销；从支架上脱开制动片磨损传感器插头。

3）取下制动钳，并将其挂到车身上。

4）从控制臂上拆下连接件螺栓；从减振器上脱开ABS转速传感器线束。拆下车轮轴承座/减振器连接螺栓。

5）将扩张器插入槽内。将棘轮扳手旋转90°；沿减振器方向压制动盘；不然车轮轴承座孔内的减振器护套将发生倾斜。

6）向下拉车轮轴承座使其与减振器分开。

7）用减振器专用工具拆下减振器座上的六角螺母。从下部取出减振器。

943. 怎样拆装传动轴总成？

举例宝来轿车，传动轴及等速万向节（球笼）装配。

（1）拆解万向节

1）拆下保护套两侧卡箍，尽可能将保护套向内等速万向节方向推。

2）使用塑料锤用力敲击外等速万向节，从传动轴上敲下外侧等速万向节。

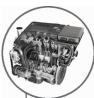
3）用一根芯轴将内等速万向节的盖板从内等速万向节上敲下。

4）用弹簧垫圈夹钳拆下卡环；拆下两个卡箍，把万向节保护套向外万向节方向推。

5）压出内侧等速万向节。

（2）组装万向节

1）将新的防护套推到万向传动轴上。将



外侧等速万向节用塑料锤小心地敲到传动轴上直至止位。卡紧卡环。

2）压入内侧等速万向节。球形毂（花键）内径上的倒角必须指向万向传动轴的接触凸肩。

3）放置弹簧钳。此时应注意，钳子的刃应贴紧卡箍的角。

4）用扭矩扳手旋转丝杆来夹紧卡箍（注意钳子不能歪斜）；将卡箍在传动轴小直径上夹紧。

944. 怎样拆装后轮轴承？

举例宝来轿车。注意使用专用拉力器。

（1）拆卸后轮轴承

1）压出防尘盖：轻轻敲打鼓盖拔出器VW 637/2 的卡爪，将防尘盖从其固定位置松开。

2）旋出螺栓，应用扳手固定住导向销。

3）拆下制动钳壳体并用金属线将其固定在车身上，以免其重力压迫或损坏制动软管。拆下制动盘。

4）拉出车轮轴承/轮毂：旋出 12 角自锁螺母。用拉力器拉出车轮轴承。

5）从轮毂轴上拉下轴承内圈。

（2）后轮轴承安装

1）尽可能将车轮轴承/轮毂装到轮毂轴上。

2）装好专用工具 3420，将车轮轴承/轮毂压到止点位置。然后拆下专用工具。

3）使用新 12 角自锁螺母，将螺母拧到止位，将力矩拧到 175N · m。

4）压入防尘盖。

5）进一步安装工作与拆卸顺序相反。

945. 怎样拆卸后桥？

举例宝来轿车。进行以下拆卸。

1）松开车轮连接螺栓。车轮着地时，拆下螺栓。

2）举升车辆到装配高度，使螺旋弹簧不受力。

3）将车轮向下压，取下螺旋弹簧。拆下车轮。

4）举升车辆，拔下 ABS 转速传感器插头。

5）将 ABS 转速传感器线束从支架上拆下。

6）松开制动拉索。拆下制动管上的卡夹。断开制动管路。

7）取下卡子，从制动钳上拆下驻车制动拉线。

8）支撑后桥，例如用发动机和变速器举升装置支撑后桥。

9）拆下两侧轴承支架后桥螺栓，慢慢降下后桥。

946. 怎样拆卸凯越轿车转向节总成？

具体拆卸步骤如下。

1）举升并妥善支承车辆。

2）拆卸轮胎和车轮。

3）从驱动桥半轴上拆卸轮毂螺母。

4）从制动盘上拆卸制动钳。支撑卡钳，以便它不悬挂在液压制动软管上。

5）从转向节总成上拆卸外转向横拉杆。

6）在装备防抱死制动系统（ABS）的车辆上，从转向节上断开 ABS 速度传感器电气连接器。

7）拆卸球节夹紧螺栓和螺母。

8）用球节拆卸工具 KM-507-B 从球节上拆下转向节。

9）从连接转向节总成至支柱总成的螺栓上拆下螺母。支撑驱动轴。

10）从轮毂上拆下半轴。

11）拆卸转向节总成至支柱总成的连接螺栓。

12）从车上拆卸转向节总成。

947. 怎样安装凯越轿车转向节总成？

具体安装步骤如下。

1）将转向节总成安装到车上。

2）安装转向节至支柱总成螺母。紧固



转向节支柱总成螺母至 120N·m。

3）将驱动轴连接到前轮毂上。

4）将球节连接到转向节总成上。

5）安装球节夹紧螺栓和螺母。紧固球节夹紧螺栓螺母至 60N·m。

6）连接防抱死制动系统速度传感器电气连接器。

7）将外转向横拉杆连接到转向节总成上。

8）将制动钳安装到制动盘上。

9）将轮毂螺母安装到驱动轴上。紧固驱动轴轮毂螺母至 150N·m。松开螺母，然后重新紧固至 275N·m。安装车轮。

948. 怎么样进行电动机械式转向系统的设定？

在编码结束后还要执行“转向止点自适应”功能。

（1）系统设定　如果系统有故障，除了附件外，其他的必须更换整个转向机构总成，新控制单元在安装后要在线进行编码。在车辆诊断仪上启动“给控制单元编码”功能后，首先要下载数据包，就是从中央数据库中将控制单元将要使用的必需的软件参数输入到该控制单元中。随后的编码过程就是向控制单元输入有关车辆装备的信息。因为这个新控制单元尚未存储转向止点位置信息，所以，在编码结束后还要执行“转向止点自适应”这个功能。

（2）手动自适应设定　大部分电动助力转向系统设定程序如下：

1）先将转向盘保持在中间位置，然后向左转到极限位置，并保持 3s，再将转向盘向右转到极限位置保持 3s；

2）然后将转向盘回到中间位置。

3）进行路试，待车速超过 20km/h 电动助力转向系统故障灯自动熄灭后，即可完成对电动助力转向系统的设定。

维修举例：大众途安轿车电动助力系统就是按照上述方法进行设定，但大众系统其他轿车电动助力转向系统设定程序略有差别。

具体程序：

1）先将转向盘保持在中间位置，然后向左转 10°，停留 1～2s；

2）将转向盘回到中间位置，停留 1～2s；再将转向盘左转到极限位置，并保持 1～2s，将转向盘回到中间位置，停留 1～2s；

3）然后向右转 10°，停留 1～2s，将转向盘回到中间位置，停留 1～2s，再将转向右转极限位置，并保持 1～2s，然后将转向盘回正即可。

949. 更换转向机后无法进行基本设定怎么办？

按照功能引导中的功能选项提示进行匹配的，如果不能成功匹配，应进一步检查。

（1）故障现象　一辆迈腾轿车，转向机故障指示灯 K161 显示红色。

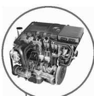
（2）故障诊断　读取电动转向机数据流发现，转向角度传感器 G85 信号、发动机转速信号、车速信号均正常。只有 44-11-01 显示的转向力矩传感器 G269 的转向力矩始终显示 0，进一步检查 G269 供电电压，44-11-02 转向力矩传感器的供电电压随着点火开关的转动在 0～0.3V 之间波动。

转向力矩传感器集成在转向机内部，由电动转向机控制单元为其提供工作电能，故障车的转向力矩传感器供电电压远远低于实际工作时要求的 2.5V，控制单元不能识别当前转向力矩的大小，所以不能进行基本设定，说明转向机控制单元内部供电有问题。

（3）故障排除　控制单元与电动机直接相连，出现损坏后整体更换，更换转向机总成后故障排除。

950. 电动助力转向系统操纵、维修诊断要注意什么？

使用电动助力转向系统的驾驶人，应注意避免打满转向。需要打满时，在止端停留



时间要尽力控制在3s以内，否则会使电流过大引起元器件损坏。

1）保持蓄电池电量充足。蓄电池亏电会使转向变得沉重，也会使整车中其他电控系统正常工作受影响。

2）系统的所有端子必须接触良好。插接器避免接触潮湿、高温，要保证其导电的良好性。控制器不能放置于潮湿、高温的地方。涉水时不仅要考虑排气管的高度，还要注意所有电器件必须高于水面。如传感器进水短路，就会造成电动转向熔丝断路，转向立即变得异常沉重。必须同时更换传感器和熔丝才能排除故障。

3）转向器转到止端时，助力电流达到最大值，此时电动机和控制器容易发热。

951. 电动助力转向系统变得特别沉重怎么检修？

电动助力转向系统突然变得特别沉重，通常是由于电控系统进水短路，导致电控系统退出控制。应先检查控制系统线束插接器的接触是否良好，系统熔丝是否烧断，继电器是否损坏。控制器、电动机或传感器是否进水（外表可以看见水迹）、损坏。

如果控制器、电动机或传感器进水，必须更换。更换后需要对电动助力转向系统进行重新设定。

952. 电控液压助力转向系统变得特别沉重怎么检修？

电控液压助力转向系统中控制转向力矩大小的执行元件是动力转向伺服阀。该阀的作用是根据行驶速度在PSU（功率控制器）内调节动力转向伺服阀的电流，车速越高，伺服阀的电流越小，转向助力比越小；相反，车速越低，伺服阀的电流越大，转向助力比越大。动力转向伺服阀短路或断路时，电控液压助力转向系统的电控系统都会退出控制，转向系统会突然变得特别沉重。所以，电控液压助力转向系统突然变得特别沉重时，应重点检查动力转向伺服阀的电阻是否正确。

动力转向伺服阀一旦短路，会造成动力转向熔丝断路，导致转向突然变得异常沉重。

953. 动力转向系统转向沉重故障怎么排除？

主要检查转向机的机械原因以及油质和油量情况。

（1）故障现象　装有液压动力转向系统的汽车，在行驶中突然感到转向沉重。

（2）故障原因

1）转向油罐缺油或油液高度低于规定要求。

2）液压回路中渗入了空气。

3）油泵传动带过松或打滑。

4）各油管接头处密封不良，有泄漏现象。

5）油路堵塞或滤清器污物太多。

6）油泵磨损、内部泄漏严重。

7）油泵安全阀、溢流阀泄漏，弹簧弹力减弱或调整不当。

8）动力缸或转向控制阀密封损坏。

（3）故障诊断与排除

1）用手压下转向油泵的传动带，检查传动带的松紧度，若传动带过松，应调整。

2）起动发动机，使发动机怠速运转，突然提高发动机的转速，检查转向油泵传动带有无打滑现象，发现问题后应按照规定更换性能不良的部件。

3）检查转向油罐内的油液质量和液面高度，若油液变质则应重新更换规定油液。若只是液面低于规定高度，应加油使油面达到规定位置。

4）检查油路中是否渗入空气，如果发现油罐中的油液有气泡时，说明油路中有空气渗入，应检查各油管接头和接合面的螺栓是否松动，各密封件是否损坏，有无泄漏现象，油管是否破裂等。对于出现故障的部位



应进行修整和更换，并进行排气操作，最后重新加入油液。

5）检查各油管接头等处有无泄漏，油路中是否有堵塞，查明故障后按照规定力矩拧紧有关接头或清除污物。

6）对转向油泵进行输出油压检查，如果油泵输出压力不足，说明油泵有故障，此时应分解油泵，检查油泵是否磨损或内部泄漏严重，安全阀、溢流阀是否泄漏或卡滞，弹簧弹力是否减弱或调整不当，各轴承是否烧结或严重磨损等。对于叶片泵还应检查转子上的密封环或油封是否损坏，对于齿轮泵应检查齿轮间隙是否过大等，查明故障予以修理，必要时更换油泵。

954. 动力转向系统转向泵异响故障怎么排除？

主要检查转向机的机械原因以及油质和油量情况。

（1）故障现象　汽车转向时，转向系统有过大的异响，并影响汽车的转向性能。

（2）故障原因

1）转向油罐中液面太低，油泵在工作时容易渗入空气。

2）液压系统中渗入空气。

3）油罐滤网堵塞，或液压回路中有过多的沉积物。

4）油管接头松动或油管破裂。

5）油泵严重磨损或损坏。

6）转向控制阀性能不良。

（3）故障诊断与排除

1）当转向盘处于极限位置或原地慢慢转动转向盘时，转向器发出“嘶嘶”声，如果这种异响严重则可能为转向控制阀性能不良，应更换转向控制阀。

2）检查油罐液面高度，液面高度不够时应查明泄漏部位并修理，然后按规定加足油液。

3）检查转向油泵传动带是否打滑，若打滑应查明原因更换传动带或调整传动带紧度。

4）察看油液中有无泡沫，若有泡沫，应查找漏气部位并予以修理，然后排除空气。若无漏气，则说明油路有堵塞处或油泵严重磨损及损坏，应予以修复或更换。

955. 动力转向系统转向时转向盘发抖故障怎么排除？

主要检查转向机的机械原因以及油质和油量情况。

（1）故障现象　发动机工作时转向，尤其是在原地转向时滑阀共振，转向盘抖动。

（2）故障原因

1）油罐液面低。

2）油路中渗入空气。

3）转向油泵传动带打滑。

4）转向油泵输出压力不足。

5）转向油泵流量控制阀卡滞。

（3）故障诊断与排除

1）首先检查油罐液面是否符合规定，否则按照要求加注转向油液。

2）排放油路中渗入的空气。

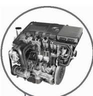
3）检查转向油泵传动带是否打滑或其他驱动型式的齿轮传动等有无损坏，发现问题后应按照规定调整传动带紧度或更换性能不良的部件。

4）对转向油泵输出压力进行检查。压力不足时应分解油泵，检查油泵是否磨损或内部泄漏严重、安全阀及流量控制阀是否泄漏或卡滞、弹簧弹力是否减弱或调整不当、各轴承是否烧结或严重磨损等。对于叶片式转向油泵还应检查转子上的密封环或油封是否损坏。对于齿轮式油泵应检查齿轮间隙过大等。查明故障予以修理。必要时更换油泵。如果泵轴油封泄漏也应更换转向油泵。

956. 怎么测试动力转向系统？

具体测试步骤如下。

1）检查动力转向液液位和动力转向泵传动带张紧器。



2）接合驻车制动器。

3）断开泵上的高压管路。使用小容器收集油液。

4）将动力转向分析仪从动力转向泵连接至动力转向系统压力软管。

5）如果车辆装备了自动变速驱动桥，将变速杆置于驻车档（P）。如果车辆装备了手动变速驱动桥，将变速杆置于空档（N）。

6）完全打开仪表阀。

7）起动发动机并在怠速下运行。

8）将转向盘从极限位置到极限位置转动几次，以使油温预热到工作温度。

9）将发动机转速提高至1500r/min。

阀门完全关闭时间不得超过5秒钟，否则可能会造成泵内部损坏。

10）完全关闭仪表阀门，读取压力值。

11）立即完全打开仪表阀。

12）将转向盘向左再向右打到底。如果压力值在规定的范围之内，则泵没有问题。

957. 动力转向液泄漏是什么原因？

转向液泄漏有机械和管路两方面原因。

1）检查动力转向泵、储液罐和泵传动轴是否泄漏。

2）检查动力转向系统软管。

958. 转向柱锁集成开关故障怎么排除？

如果设置故障码，进行诊断和重新设定后无法排除故障，则更换转向柱锁定控制模块。

（1）诊断说明　车辆防盗子系统能够电动锁定或解锁转向系统。当电源模式转换为非关闭模式且存在已验证的驾驶人标识，则转向柱锁定控制模块可以解锁。一旦转向柱解锁，将允许起动请求。

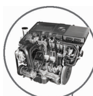
（2）故障排除　清除所有故障码，操作转向柱锁的集成开关，如果又设置故障码，则需要更换转向柱锁定控制模块。

959. 转向柱锁止电动机锁止电路故障怎么排除？

以通用科鲁兹轿车为例执行转向柱锁止电动机锁止电路故障排除（表5-3）。其他车型遇到这样的故障同样按照表5-3故障诊断方法步骤及诊断思路进行有序化故障排除。

表5-3　转向柱锁止电动机锁止电路故障排除

<table>
<tr><th>项目</th><th colspan="2">内　　容</th></tr>
<tr><td rowspan="3">故障信息</td><td>显示故障码</td><td>故障说明</td></tr>
<tr><td>DTC B289702</td><td>转向柱锁止电动机锁止电路对搭铁短路</td></tr>
<tr><td>DTC B289705</td><td>转向柱锁止电动机锁止电路开路或对电压短路</td></tr>
<tr><td>诊断说明</td><td colspan="2">车辆防盗子系统能够电动锁定或解锁转向系统。当电源模式转换为非关闭模式且存在已验证的驾驶人标识，则转向柱锁定控制模块可以解锁。一旦转向柱解锁，将允许起动请求</td></tr>
<tr><td rowspan="9">故障排除</td><td>步骤</td><td>诊断内容/排除方法</td></tr>
<tr><td>1</td><td>点火开关置于OFF位置，断开K60转向柱锁止控制模块的线束插接器</td></tr>
<tr><td>2</td><td>测试搭铁电路端子6和7与搭铁之间的电阻是否小于5Ω
如果大于规定值，测试搭铁电路是否开路/电阻过大</td></tr>
<tr><td>3</td><td>测试B+电路端子5和搭铁之间的电压是否高于11V
如果低于规定值，测试转向柱解锁电路是否开路</td></tr>
<tr><td>4</td><td>点火开关置于ON位置，测试控制电路端子3上的电压是否高于11V
如果低于规定值，测试控制电路是否开路</td></tr>
<tr><td>5</td><td>测试控制电路端子4与搭铁之间的电阻是否小于0.3Ω
如果高于规定值，测试控制电路是否对电压短路</td></tr>
<tr><td>6</td><td>断开K77遥控门锁接收器上的插接器</td></tr>
<tr><td>7</td><td>测试K60转向柱锁止控制模块电路端子4和K77遥控门锁接收器电路端子1之间的电阻是否小于5Ω
如果大于规定范围，测试控制电路是否开路</td></tr>
<tr><td>8</td><td>如果所有电路测试正常，测试或更换K60转向柱锁止控制模块或K77遥控门锁接收器</td></tr>
</table>



（续）

	步骤	诊断内容/排除方法
部件测试	1	点火开关置于 OFF 位置，断开 K60 转向柱锁止控制模块的插接器
	2	将点火开关置于 ON 位置，指令 K77 遥控门锁接收器解锁 K60 转向柱锁止控制模块。测试 K60 转向柱锁止控制模块电路端子 4 和搭铁之间的电阻是否小于 5Ω 如果不是规定值，则更换 K77 遥控门锁接收器
	3	测试转向柱锁止电路端子 4 和搭铁之间的电阻是否为无穷大 如果小于规定范围，更换 K60 转向柱锁止控制模块

960. EPB 系统怎样调整制动蹄片间隙？

1）制动蹄片间隙调整在车辆静止时周期性进行。当行驶距离每超过 1000km，而且电子驻车制动没有被应用时，间隙调整自动进行。

2）调整时，制动蹄片从起始位置被压向制动盘。

3）控制单元通过检测电动机电流信号来判断蹄片行程，从而判断蹄片磨损情况，并对间隙进行补偿。

961. EPB 系统车辆怎么更换后制动片？

通过诊断仪（例如大众车辆使用 VAS5051/5052）将压力螺母退回到初始位置。

1）更换制动蹄片时不能施加驻车制动，可以通过 VAS5051/5052 将压力螺母退回到初始位置。

2）更换完制动蹄片后，再次使用 VAS5051/5052 对蹄片位置进行匹配。

962. 怎样拆装驻车制动电动机？

重要一点，拔下插头前，必须保证点火开关至少已关闭 30s。具体拆装事项如下。

（1）拆卸事项

1）拔下插头。

2）拧下箭头所示螺栓，拆下护盖。

3）取出电动机。

4）拆下密封圈。

（2）安装事项

1）清洁安装密封圈的环形槽和电动机接触面，安装新的密封环。

2）星形螺栓工具套件 T45-A 微调螺杆，轻轻向回传动心轴，以使电动机能够正确安装到位。

3）安装螺栓，并拧紧。

4）装上插头。

5）对制动装置进行基本设置。

963. 制动失效故障怎么排除？

踩动制动踏板，根据踩制动踏板时的感觉，相应地检查有关部位。

（1）故障现象　踩下制动踏板，车辆不减速，即使连续几脚制动也无明显减速作用。

（2）故障原因

1）制动踏板至制动主缸的连接松脱。

2）制动储液室无液或严重缺液。

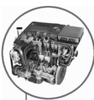
3）制动管路断裂漏油。

4）制动主缸皮碗破裂。

（3）故障排除

1）踩下制动踏板时，如果感到很轻，稍有阻力感，则应检查主缸储液室内制动液是否充足。若主缸储液室内无液或严重缺液，应添加制动液至规定位置。再次踩下制动踏板时，若仍没有阻力感，则应检查制动主缸至制动轮缸的制动软管或金属管有无断裂漏油。

2）踩下制动踏板时，虽然感到有一定的阻力，但踏板位置保持不住，明显下沉，则应检查制动主缸的推杆防尘套处是否有制动液泄漏。若有制动液泄漏，说明制动主缸皮碗破裂；若车轮制动鼓边缘有大量制动



液，则应检查制动轮缸皮碗是否压翻、磨损是否严重。

964. 制动不灵故障怎么排除？

路试车辆时，观察各车轮的制动情况。如果个别车轮制动不良，则应检查该车轮的制动软管是否老化；摩擦片、制动盘、制动鼓是否到磨损极限；摩擦片与制动鼓的接触面积是否过小。

（1）故障现象

1）汽车制动时，踩一次制动踏板不能减速或停车，连续踩几次制动踏板，效果也不好。

2）汽车紧急制动时，制动距离太长。

（2）故障原因

1）制动踏板自由行程太大。

2）制动主缸储液室内存油不足或无油。

3）制动液变质（变稀或变稠）或管路内壁积垢太厚。

4）制动管路内进入空气或制动液气化产生了气阻。

5）制动主缸、轮缸、管路或管接头漏油。

6）制动主缸、轮缸的活塞及缸筒磨损过度。

7）制动主缸、轮缸的皮碗老化或磨损引起密封不良。

8）制动主缸的进油孔、储液室的通气孔堵塞。

9）制动主缸的出油阀、回油阀不密封；活塞复位弹簧预紧力太小；活塞前端贯通小孔堵塞。

10）制动器的制动鼓与制动蹄片间隙不当；制动鼓与制动蹄片接触面积太小；制动蹄片质量不佳或沾有油污，制动蹄片铆钉松动；制动鼓产生沟槽磨损或失圆，制动时变形。

11）真空助力器本身故障或真空管路有破损。

（3）故障排除

1）一脚踩下制动踏板，踏板到底且无反力；连续几次踩制动踏板都能踩到底，且感觉阻力很小。则应检查储液室中制动液液面高度是否符合要求，若液面低于下限或“MIN”线以下，说明制动液液面太低；检查制动踏板连动机构有无松脱。

2）连续几脚踩制动踏板时，踏板高度仍过低，并且在第一脚制动后，感到总泵活塞未回位，踩下制动踏板即有制动主缸与活塞碰击响声，则应检查主缸的活塞回位弹簧是否过软、主缸的皮碗是否破裂。

3）连续踩几次制动踏板时，踏板高度低而软，则应检查制动主缸的进油孔或储液室的通气孔是否堵塞。

4）一脚踩下制动踏板时，踏板高度过低；连续几脚踩下制动踏板时，踏板高度稍有增高，并有弹性感。则应检查系统内是否存有气体。

5）一脚踩下制动踏板时，踏板高度较低；连续几脚踩下制动踏板时，踏板高度随之增高且制动效能好转，则应检查制动踏板的自由行程及制动器的间隙。

6）维持制动踏板高度时，若缓慢或迅速下降，则应检查制动管路是否破裂、管接头是否密封不良；主缸、轮缸皮碗或皮圈密封是否良好。可踩下制动踏板，观察制动管路是否有制动液渗漏；制动主缸的推杆防尘套处是否有制动液渗漏；轮缸防尘套周围是否有制动液渗漏。

965. 制动跑偏故障怎么排除？

重点检查制动力是否均匀。

（1）故障现象

1）汽车行驶制动时，行驶方向发生偏斜。

2）紧急制动时，方向急转或车辆甩尾。

（2）故障原因

1）左右车轮轮胎气压、花纹或磨损程度不一致。

2）左右车轮轮毂轴承松紧不一、个别



轴承破损。

3）左右车轮的制动蹄摩擦衬片材料不一或新旧程度不一。

4）左右车轮制动蹄摩擦片与制动鼓的接触面积、位置不一样或制动间隙不等。

5）左右车轮轮缸的技术状况不一，造成起作用时间或张力大小不相等。

6）左右车轮制动鼓的厚度、直径、工作中的变形程度和工作面的粗糙度不一。

7）单边制动管路凹瘪、阻塞或漏油；单边制动管路或轮缸内有气阻。

8）单边制动蹄与支承销配合过紧或锈蚀。

（3）故障排除

1）若车辆正常行驶时亦有跑偏现象，则首先做以下外观检查：检查左右车轮轮胎气压、花纹和磨损程度是否一致；检查各减振器是否漏油或失效；检查悬架弹簧是否折断或弹力是否一致。

2）支起车轮，用手转动和轴向推拉车轮轮胎。若一侧车轮有松旷或过紧感觉，应重新调整轴承的预紧度；若转动车轮有发卡或异响，应检查该轮轮毂轴承是否破损或毁坏。

3）对汽车进行路试。制动后，若汽车向一侧跑偏，则为另一侧的车轮制动不良。

首先对该车轮制动器进行放气，若无制动液喷出，说明该轮制动管路堵塞，应予以更换。若放出的制动液中有空气，说明该轮制动管路中混入空气，应予以排放。

4）如果制动器间隙过大，说明制动蹄摩擦片磨损严重或制动自调装置失效，应更换。

5）如果制动时，出现忽左忽右跑偏现象，则应检查前轮定位是否符合要求，若前轮定位不正确，应调整；检查转向传动机构是否松旷，若松旷，应紧固、调整或更换。

966. 制动拖滞故障怎么排除？

（1）故障现象　抬起制动踏板后，全部或个别车轮的制动作用不能立即完全解除，以致影响了车辆重新起步、加速行驶或滑行。

（2）故障原因

1）制动踏板无自由行程，制动踏板拉杆系统不能回位。

2）制动总泵回位弹簧折断或失效。

3）制动总泵回油孔被污物堵塞，密封圈发胀或发粘与泵体卡死。

4）通往分泵的油管凹瘪或堵塞。

5）制动盘摆差过大。

6）前制动器密封圈损坏，造成活塞不能正常复位。

7）前、后制动器分泵密封圈发胀或发粘与泵体卡死。

8）鼓式制动器制动蹄回位弹簧折断或过软。

9）鼓式制动器制动蹄摩擦片破裂或铆钉松动。

10）鼓式制动器制动鼓严重失圆。

（3）故障排除

1）将汽车支起，在未踩制动踏板的情况下，用手转动车轮。如果某一车轮转不动，说明该轮制动器拖滞；若全部车轮转不动，说明全部车轮制动器拖滞。

2）如果为个别车轮制动器拖滞，首先旋松该轮制动轮缸的放气螺钉，如果制动液急速喷出，随即车轮能旋转自如，说明该轮制动管路堵塞，轮缸未能回油，应更换。如果车轮仍转不动，则拆下车轮，解体检查制动器。

3）若全部车轮制动器拖滞，则首先检查制动踏板自由行程是否符合要求，如果自由行程过小，应调整。然后检查制动踏板的回位情况，用力将制动踏板踩到底并迅速抬起，如果踏板回位缓慢，说明制动踏板回位弹簧失效或踏板轴发卡，应更换或修复。

967. 机械驻车制动不良怎么排除？

这类问题多数是驻车制动器手柄的自由



行程过大造成，应进行调整或检修。

（1）故障现象

1）拉紧制动器手柄，汽车很容易起步；

2）在坡道上停车时，拉紧驻车制动器手柄，汽车不能停止而发生溜车现象。

（2）故障原因

1）驻车制动器手柄的自由行程过大。

2）驻车制动器手柄或绳索断裂或松脱、发卡等。

3）驻车制动器间隙过大。

4）驻车制动鼓磨损过甚、失圆或有沟槽。

5）驻车制动蹄摩擦片与制动鼓的接触面积太小。

（3）故障排除

1）从制动器手柄放松位置往上拉，直至拉不动为止。检查手柄的行程，如果行程过大，说明手柄的自由行程过大，应调整。如果感觉很沉，说明手柄或绳索及制动器发卡，应拆检。

2）经上述检查均正常，应拆检驻车制动器。

968. 怎么拆卸制动摩擦片？

按照下述步骤更换制动片。

1）拆下车轮；拆下防尘盖。

2）从支架上取下制动摩擦片报警插头并断开。

3）旋出制动钳固定螺栓。

4）拆下制动钳壳体后，用金属线将其固定在车身上，以免制动钳重力压迫或损坏制动管。

5）从制动钳壳体上拆下制动摩擦片。

969. 怎么安装制动摩擦片？

在安装新制动摩擦片前，用活塞调整工具T10145（例如宝来轿车）将活塞压回到缸体，压回缸体前，用排液瓶从制动液储液罐中吸出制动液。否则，若储液罐盛满，流出的制动液会引发故障。

1）用活塞调整工具T10145压回活塞；将制动摩擦片插到制动钳和活塞间。

带有较大三角架（白色）的制动摩擦片安装在内侧（活塞侧）；带有较小三角架（黑色）的制动摩擦片安装于制动钳壳体外侧。

2）首先将带制动摩擦片的制动钳壳体下部安装到车轮轴承座上。

3）用力推制动钳壳体，至止入位。

制动钳壳体凸台-箭头-必须位于车轮轴承座导向后面。

4）安装防尘盖；安装车轮。

5）检查复位

① 在停车状态下将制动踏板多次用力踩到底，使制动摩擦片达到其运行状态相应的位置。

② 更换制动摩擦片后，检查制动液液面高度。

970. 怎么拆卸制动钳？

以大众车型为例，按照以下步骤拆卸制动钳。

1）卸下车轮。

2）用螺钉旋具将制动钳的止动弹簧从制动摩擦片的止动弹簧中撬出。为此在两个止动弹簧中间插入螺钉旋具。

3）用抹布固定住制动钳的止动弹簧，以免弹簧弹开。

4）脱开制动摩擦片磨损显示的插头连接。

5）将排气瓶的排气软管插到制动钳的排气阀上，然后打开排气阀。

6）装上制动踏板加载装置V. A. G1869/2。

7）关闭排气阀并取下排气瓶；拧下制动软管。

8）从制动钳轴套上拔下两个盖罩。

9）松开两个导向螺栓并从制动钳中取出。

10）从制动器支架上拆下制动钳；从制



动钳中取出制动摩擦片。

971. 怎么安装制动钳？

以大众车型为例，按照以下步骤安装制动钳。

1）将带有止动弹簧的内部制动摩擦片装入制动钳（活塞）中。

2）将带有止动弹簧的外侧制动摩擦片装入制动钳中。

3）将带有制动摩擦片的制动钳放在制动器支架上。

4）用两个导向螺栓将制动钳拧在制动器支架上。

5）装上两个盖罩。

6）连接制动软管和制动钳的制动管路。

7）拆下制动踏板加载装置 V. A. G1869/2。

8）将制动钳的止动弹簧装入制动摩擦片的止动弹簧中，并将其压到制动器支架下。

9）连接制动摩擦片磨损显示的插头。

10）制动装置排气。

972. 怎么拆卸盘式后轮制动片？

1）若需要重复使用，要在制动摩擦片上做好标记，安装时将其装到原始位置，以免制动不平稳。

2）驻车制动器手柄位于常态位置。

① 拆下车轮。

② 从制动钳壳体上拧下固定螺栓时，应固定住导向销。

③ 拆下制动钳壳体并用金属线固定，以免其重力压迫或损坏制动管。

④ 拆下制动摩擦片和定位弹簧。

973. 怎么安装盘式后轮制动片？

以大众车型为例，按照以下步骤安装盘式后轮制动片。

压回活塞前，用专用放液瓶或塑料瓶从制动液储液罐中吸出制动液。制动液有毒，不能用嘴通过软管吸出制动液。

1）顺时针沿箭头方向旋转调整和拆卸工具的滚花轮并拧入活塞。

① 若活塞移动困难，用呆扳手钳住平台，旋转拧入活塞。

② 不能用活塞调整工具将活塞推回，否则制动钳自动调整功能将被破坏。

2）将制动摩擦片和制动摩擦片定位弹簧插入制动钳。

3）撕下外侧制动摩擦片背面保护膜。

4）用新的自锁螺栓固定好制动钳。

5）调整驻车制动；安装车轮。

974. 怎么拆卸盘式后制动钳？

以大众车型为例，按照以下步骤拆卸盘式后制动钳。

1）拆下车轮。

2）拆下卡夹。按箭头方向压制动杆，并且脱开制动拉索。

3）将排气瓶的排气管插到制动钳的排气阀上，然后打开排气阀。

4）安装制动踏板压下装置。

5）关闭排气阀并取下排气瓶。

6）拧下制动管。抵住导向销，从制动钳上拧下两个紧固螺拴。从制动器支架上拆下制动钳。

975. 怎么安装盘式后制动钳？

以大众车型为例，按照以下步骤安装盘式后制动钳。

1）用新的自锁式螺栓将制动钳固定在制动器支架上。

2）将制动管路拧到制动钳上。

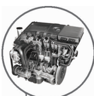
3）制动装置排气。

4）将弹簧夹装在驻车制动器拉线定位器上。

① 将制动钳上的手柄沿箭头方向压并将制动器拉线装上。

② 将弹簧夹压在驻车制动器拉线上。

5）调整驻车制动；安装车轮。



976. 怎么拆卸后轮鼓式制动器?

以大众车型为例，按照以下步骤拆卸后轮鼓式制动器。

1）拆卸车轮。

2）安装好制动踏板压下装置。

3）将放液瓶软管连接到排气阀上并松开排气阀螺栓。

4）排完液后，拧紧排气螺栓并取下排气软管。

5）松开制动蹄调整装置。将螺钉旋具插入制动毂螺纹孔中并且向上推楔形块。

6）旋出螺栓；拆下制动毂。

7）拆下车轮轴承和齿圈的轮毂。

8）拆下驻车制动拉索及制动管。

977. 怎么拆卸后轮鼓式制动蹄片?

以大众车型为例，按照以下步骤拆卸后轮鼓式制动蹄片。

（1）检查制动分泵泄漏情况　用专用工具挑开防尘罩。若发现防尘罩中有制动液，则更换制动分泵。

（2）拆卸后制动蹄片

1）拆下车轮。

2）松开制动片调整装置。

3）拆下制动毂和轮毂连接螺栓，取下制动毂。

4）拆下弹簧和弹簧座。

5）用工具将制动蹄从支撑盘后面拉出。

6）取下下回位弹簧。脱开驻车制动拉索。

7）从轮毂和支架间取出制动蹄。

8）用台虎钳夹紧制动蹄。

9）拆下弹簧。用专用工具拆下上回位弹簧。

10）用专用工具脱开定位弹簧。从制动蹄上拆下推杆和楔形块。

978. 怎么安装后轮鼓式制动蹄片?

以大众车型为例，按照以下步骤安装后鼓式制动蹄片。

1）将制动蹄导入轮毂和制动支架之间。

2）将制动蹄安装到制动活塞上。

3）将驻车制动拉索连接到驻车制动器手柄上。

4）装上下回位弹簧并且抬起下支撑后面的制动蹄。

5）装上弹簧和弹簧座。装上制动毂。

6）用力踩制动踏板一次。

7）调整驻车制动。

979. 怎么调整盘式驻车制动装置?

以大众车型为例，按照以下步骤调整盘式驻车制动装置。

1）拆下中控台相关附件。

2）用力踩制动踏板一次。

3）拉紧驻车制动器手柄 3 次，然后松开。

4）拧紧调节螺母。

5）调节完毕后应保证左侧和右侧制动钳上的拉杆至限位位置的距离总计不得低于 1mm 或超过 3mm。

6）检查两个车轮是否活动自如。

980. 怎么调整鼓式驻车制动装置?

以大众车型为例，按照以下步骤调整鼓式驻车制动装置。

1）拆卸相关附件。

2）将驻车制动器手柄拉到第四定位槽处。

3）拧紧调整直到用手难以转动车轮。

4）松开驻车制动器手柄，检查两车轮是否运转自由，如有必要向回轻微调整螺母。

981. 怎样分析实际 TPMS（轮胎压力监控系统）故障灯报警?

例如：奥迪 A6L 轿车于 2009 年 PA 版车型之后推出的胎压监控系统采用的是间接测量方式。胎压监控单元 J793 位于动力 CAN 总线上，利用车轮速度传感器（EPS 传感



器）比较各车轮的转动情况。

一辆2010年产奥迪A6L 2.4轿车，在行驶里程约3000km时就出现过仪表板上TPMS（轮胎压力监控系统）故障灯报警的现象。每次故障出现时，用户自行检查各轮胎的气压并存储胎压后报警灯会熄灭，但车辆行驶一段时间后又会报警。胎压监测系统异常报警频繁。

（1）具体诊断分析

第一步：

1）首先连接故障诊断仪VAS5052对车辆进行检测，发现轮胎压力监控系统控制单元中存储有含义为“轮胎直径信号不可靠/偶发”的故障码。

2）进行常规检查，检查轮胎外观、尺寸及充气压力均正常，也未更换过轮胎，各轮胎花纹磨损均匀正常。

3）路试，发现该车在存储胎压后行驶约几千米后胎压监测系统就会报警。观察数据流，报警时的各轮胎的报警状态均为255，这说明各轮速信号无异常。根据以往的维修经验，维修人员先试换了TPMS控制单元J793，但试车故障依旧。那么问题应该出在车轮上，于是又同时试换了4个相同的车轮。经长时间试车，发现故障消失了，由此可以判定问题就出在轮胎的尺寸差异上。

第二步：

为了验证判断，再次安装原车的4个车轮，果然在行驶到4.3km时又出现了TPMS报警的情况。看来初步的判断得到了验证。为了弄清究竟是哪个车轮导致的系统报警，所以用备胎分别替换4个车轮进行观察。

1）将备胎安装在右前轮位置，试车行驶5.6km后TPMS报警。

2）将备胎安装在左前轮位置，试车行驶4.8km后TPMS报警。

3）将原车左前车轮安装在左后位置上，试车行驶6.5km后TPMS系统报警。

4）将原车左后车轮安装在右后位置上，试车行驶50km故障消失。

5）将原车右后车轮安装在左前位置上（替换备胎），试车行驶175km故障消失。

6）将原车右后车轮安装回原位，试车行驶5.3km后，TPMS系统再次报警。至此，可以确定故障就出在右后轮上。

（2）结合车型基本技术原理分析　2010款奥迪A6L轿车采用间接测量的胎压监测系统，因此车轮中没有安装胎压传感器。TPMS控制单元J793通过舒适系统总线接收ESP控制单元J104传送来的4个轮速传感器的速度信号，通过分析来判断轮胎是否失压。

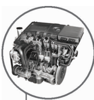
TPMS系统按照2种不同的监控分析方式同时进行分析，可以同时识别出多个轮胎上的气压损失。

第一种方式：监控轮胎体积。当轮胎气压减小时，轮胎体积变小，要行驶相同的距离车轮必须比没有失压的车轮转得更快，车轮转速信号被ESP系统控制单元J104传递给TPMS控制单元J793进行分析。在TPMS系统中，各对角线的车轮转速被相加，然后进行比较，再将同轴车轮和单侧车轮的转速信号进行比较，由此可以顾及弯道行驶、离心加速度及转向角度等因素的修正。

第二种方式：监控轮胎振动。由于行驶道路不平整，每个轮胎滚动时都会引起滚动振动，TPMS通过测量各车轮转速分析该车轮的振动情况。如果气压降低，那么振动的方式就会发生改变，这种分析方式也可以同时测量出多个轮胎失压及轮胎缓慢漏气的情况。

（3）确诊分析　每次可通过MMI系统对胎压监测系统进行初始化设定，每次设定系统会有一次气压值的学习过程，在其后的行驶过程中，控制器会记录下各种行驶状态下的车轮转速和车轮振动状态，并结合车轮速度的变化规律、转向角度、横向加速度及离心加速度等因素的修正加以分析，气压的学习值就是系统监控的标准值。在行驶10min后，系统就可以监测出轮胎快速漏气，对轮胎缓慢漏气的监测大约需要行驶1h。

如果判断出某个车轮气压过低，则将报



警信息通过网关发送到组合仪表，发出声光报警，提示用户某个车轮压力不正常。当一个车轮上由于轮胎损坏导致气压很快减小时，会亮起红色警告灯，驾驶人信息系统会有相关的文字提示说明漏气轮胎的位置。当一个或多个轮胎缓慢漏气时，会亮起红色警告灯，但有可能没有文字提示说明哪个车轮漏气，系统只是提示车轮压力低于最低气压。

（4）执行故障排除　通过轮胎换位使各车轮间组成新的对应关系，消除了J793的误判断，排除故障。

982. 轮胎偏磨是什么原因？

路况和车轮定位等情况都会造成轮胎偏磨。

1）这种现象在很多情况下是驾驶方式的问题，或者是不正确的车轮定位引起的。

2）偏磨，通常伴有外胎肩磨损和纹槽磨凿的特征，轮胎在极限滑移角的位置上滚动并因此在路面上“磨损”时，总是会出现偏磨。在弯路较多的路面上快速行驶将导致外胎肩磨损程度的升高。

3）为了能够达到最佳的行驶性能，底盘会设定为特定的前束和倾角值。当轮胎在超出规定值的条件下滚动时，会加重偏磨。特别是在前束和倾角值错误的情况下，轮胎偏磨尤为严重。同时将加剧轮胎对角线斑点磨蚀。

4）为了防止轮胎偏磨，车轮位置必须在汽车生产厂商规定的误差允许范围之内。在测量底盘参数时可以确定，车轮定位是否在规定的误差范围内或者是否需要更改车轮定位。

983. 轮胎外胎肩磨损是什么原因？

驱动轮上的轮胎外胎肩磨损比较明显。与胎压和行驶环境有很大关系。

1）这种磨损在大功率汽车的驱动轮上比较明显，这些汽车通常都是高速行驶很长的距离。在高速情况下由于轮胎离心力作用，在胎面中央的直径要比胎肩处大。由此，驱动力从胎面的中央区域范围传递到路面上。从而形成这种磨损。特别是在较宽轮胎上会出现这种现象。

2）通过减小轮胎充气压力不会减缓此种磨损。出于安全原因轮胎充气压力绝对不可以低于规定的轮胎充气压力。

3）驱动轮和非驱动轮适时换位可使各轮胎的磨损大致均匀。

984. 轮胎对角线斑点磨蚀是什么原因？

车轮定位前束数据超范围太大。

1）对角线斑点磨蚀与轮胎周向大约成45°。它一般只出现在一处，但是也可能会在轮胎圆周上多次出现。斑点磨损几乎只出现在非驱动轮胎上，特别是在左后轮胎上。在有些车型上这种磨损发生频率很高，而另一些车型则从不发生这种磨损。

2）前束值越大，这种磨损越严重。

3）前束角处于规定值的公差下限则可改善这种磨损。

985. 轮胎锯齿形磨损是什么原因？

轮胎锯齿形磨损形成的原因较多，车轮定位和使用均有原因。例如，极度转弯或经常在极大的弯道行驶就会造成轮胎锯齿形磨损。

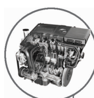
1）锯齿形磨损是在单独花纹块上形成的阶梯形磨损，由此可能导致滚动噪声的升高。轮胎支承面内的花纹块不均匀变形是产生锯齿形磨损的直接原因。

2）锯齿形磨损在非驱动轮上比驱动轮上要更加严重。新轮胎会更容易产生锯齿形磨损，因为轮纹块较高时弹性变形就越大。随着轮纹不断磨损高度降低，轮纹块的硬度会提高，锯齿形磨损率降低。

986. 车辆行驶跑偏路试有哪些条件？

路试检查车轮跑偏的前提条件如下：

1）在前桥和后桥上检查所有的车轮悬架部件是否有损伤。



2）检查和校正轮胎充气压力。

3）检查轮胎是否有外伤。刺孔、划伤、胎侧鼓包、制动磨损点或损伤。

4）轮胎是否是因为钉子或类似的物体而受到损伤，并且是否在轮胎商处进行过维修。可能的情况下更换这些轮胎。

5）检查轮胎花纹磨损状态和胎面花纹深度。

6）所有轮胎的种类、生产厂商和胎纹是否一至。

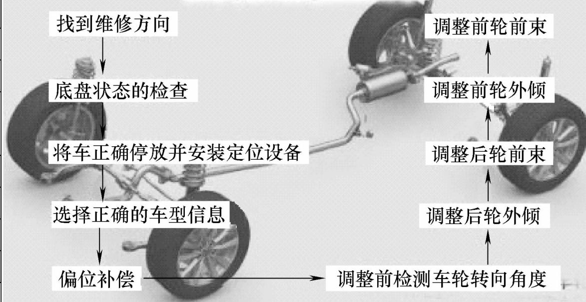
7）如果轮胎是非单一运转方向的，其DOT标记应在轮胎外侧。否则表明车轮和/或轮胎已调换过位置。

8）做路试的路面必须是平坦的、直的、无凹坑并且路面不倾斜。

987. 怎么调整轮胎引起的车辆跑偏？

调整流程见表5-4。

表5-4　轮胎引起的车轮跑偏校正流程

<table>
<tr><td colspan="4">路试确定车辆是否跑偏及跑偏方向</td></tr>
<tr><td colspan="4">↓</td></tr>
<tr><td colspan="4">如果车辆跑偏,互换两前轮</td></tr>
<tr><td colspan="4">↓</td></tr>
<tr><td colspan="4">进行试车</td></tr>
<tr><td colspan="4">汽车沿直线行驶—结束</td></tr>
<tr><td colspan="2">汽车向相反方向跑偏</td><td colspan="2">汽车沿相同方向跑偏</td></tr>
<tr><td colspan="2">↓</td><td colspan="2">↓</td></tr>
<tr><td colspan="2">反向安装一个前轮轮胎(改变其运转方向)</td><td colspan="2">前后轮换位</td></tr>
<tr><td colspan="2">↓</td><td colspan="2">↓</td></tr>
<tr><td colspan="2">进行试车</td><td colspan="2">进行试车</td></tr>
<tr><td colspan="2">汽车沿直线行驶—结束</td><td colspan="2">汽车沿直线行驶—结束</td></tr>
<tr><td colspan="2">汽车不沿直线行驶</td><td colspan="2">汽车不沿直线行驶</td></tr>
<tr><td colspan="2">↓</td><td colspan="2">↓</td></tr>
<tr><td colspan="2">将前后车轮互换</td><td>汽车向相反方向跑偏</td><td>无变化</td></tr>
<tr><td colspan="2">进行试车</td><td rowspan="5">反向安装一个前轮轮胎(改变其运转方向)</td><td rowspan="13">检查四轮定位,必要时调整。

</td></tr>
<tr><td colspan="2">汽车沿直线行驶—结束</td></tr>
<tr><td colspan="2">汽车不沿直线行驶</td></tr>
<tr><td colspan="2">↓</td></tr>
<tr><td colspan="2">前面车轮互换</td></tr>
<tr><td colspan="2">↓</td><td>↓</td></tr>
<tr><td colspan="2">进行试车</td><td>进行试车</td></tr>
<tr><td>汽车沿直线行驶—结束</td><td>汽车不沿直线行驶结束</td><td>汽车沿直线行驶—结束</td></tr>
<tr><td rowspan="4"></td><td>↓</td><td>汽车不沿直线行驶</td></tr>
<tr><td>更换前轮轮</td><td>更换前轮轮胎</td></tr>
<tr><td>↓</td><td></td></tr>
<tr><td>进行试车</td><td>进行试车</td></tr>
<tr><td colspan="2">汽车沿直线行驶</td><td>汽车沿直线行驶—结束</td></tr>
</table>

988. 怎么判断手动变速器低速异响？

（1）故障特征　检查变速器低速时是否发出爆燃声。

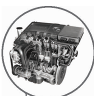
（2）可能的故障原因和故障排除

1）更换磨损的驱动桥等速万向节。

2）更换磨损的半轴齿轮毂。

989. 怎么判断手动变速器加减速异响？

（1）故障特征　检查加速或减速时是否有沉闷的金属声。



(2) 可能的故障原因和故障排除

1) 紧固松动的发动机支座。

2) 更换磨损的驱动桥内侧万向节。

3) 更换壳体中磨损的差速器锥齿轮轴。

4) 更换壳体中磨损的半轴齿轮毂。

5) 检查是否在转弯时出现沉闷的金属声(“嘎啦嘎啦”)。更换磨损的外等速万向节。

990. 怎么判断手动变速器振动异响?

(1) 故障特征　汽车行驶时有振动并伴有“咣咣”的响声。

(2) 可能的故障原因和故障排除

1) 更换粗糙的车轮轴承。

2) 更换弯曲的车桥半轴。

3) 更换车桥驱动轴中磨损的等速万向节。

991. 怎么判断手动变速器空档异响?

(1) 故障特征　在发动机运行时,检查空档是否有异响(是否有“嗡嗡”声音)。

(2) 可能的故障原因和故障排除

1) 更换磨损的齿轮组支撑轴。

2) 更换磨损的离合器分离轴承。

3) 更换磨损的输入轴齿轮组。

4) 更换磨损的1档齿轮/轴承。

5) 更换磨损的2档齿轮/轴承。

6) 更换磨损的3档齿轮/轴承。

7) 更换磨损的4档齿轮/轴承。

8) 更换磨损的5档齿轮/轴承。

9) 更换磨损的主轴轴承。

992. 怎么判断手动变速器倒档异响?

(1) 故障特征　仅在倒档时出现异响。

(2) 可能的故障原因和故障排除

1) 更换碎裂、擦伤或磨损的倒档惰轮、惰轮轴套、输入齿轮或输出齿轮。

2) 更换磨损的1-2档同步器。

3) 更换磨损的输出齿轮。

4) 更换磨损的差速器齿轮/轴承。

5) 更换磨损的齿圈。

993. 自动变速器异响有什么特征?

自动变速器异响的部件一般情况是不能够目视观察到的,很难目视找到故障生成部件。与自动变速器相关的异响比较复杂,如变扭器、油泵、行星系、轴承、差速器以及装配(装车)错误引起的异响等。

常见的自动变速器故障特征:

1) 该车踩刹车,入前进档或倒档时,自动变速箱异响很大,松开刹车异响消失。

2) 平稳行驶时,异响消失。

3) 在急加油时,异响尤为明显。

994. 怎么判断变矩器异响?

始终有连续的异响,通常为油泵或液力变矩器异响。

变矩器是由泵轮、涡轮导轮和锁止离合器组成的,动力输出是涡轮。但有一部分自动变速器采用分流式变矩器,动力输出除了涡轮外,还有泵轮,如奇瑞风云轿车ZF-4HP14变速器。自动变速器体内一个离合器总成直接和变矩器的外盖(泵轮)刚性连接,它随着发动机一起旋转(这一点对于判断异响相当重要)。

因为在P位和N位时,整个变矩器(泵轮,涡轮和导轮)一起在旋转,异响有可能在这些档位中不存在,但自动变速器入其他档位(D、2、L、R)时,踩住制动踏板,车轮固定不动,变矩器涡轮将固定不动(因为涡轮轴被固定不动),这时,变矩器的涡轮和外盖之间的轴承将工作。若异响在这些档位中出现,但又不存在于N位、P位,这时应该检查变矩器。另外一点,变矩器异响有可能随着车子的起步慢慢变小,到平稳行驶时,变矩器内部元件没有相对运动,异响可能消失。

995. 怎么判断自动变速器油泵异响?

油泵异响有这样的规律:异响随着压力



变化而变化。如帕萨特轿车01N变速器油泵有异响，把自动变速器所在的档位全部入完，并相应改变其发动机转速，如果异响一直都存在，可以排除传动机构上的元件产生异响（也就是说该油泵有异响）。

在检查油泵之前，可以通过一些测试来判断，调节主油压，如果异响随着主油压的变化而变化，则说明油泵（包括油泵的输入轴）有故障。对于奇瑞风云轿车ZF-4HP14液控自动变速器，可以通过调节节气门拉线（TV）来判断；对于帕萨特轿车01N变速器，则可以拨掉电磁阀线束来判断（此时油压最大）。

油泵的异响也可能由于油格堵塞造成，可以用油压表来判断这种类型的问题，如果是油格堵塞而造成的油泵异响，当负荷增加引起油压增加时，油压表的指针将会波动很大，起伏不定。

996. 怎么判断行星齿轮系异响？

这种类型的异响往往和档位有密切的关系。空档时无异响，则表明行星齿轮机构异响。当两个元件同方向、同速度运动时，它们之间没有相对运动，不会产生异响。

行星轮系主要由太阳轮、行星架（行星轮）和齿圈组成。档位变换是通过改变不同的输入元件和固定元件，得到不同的输出、不同的传动比而获得。前面提及过两个同方向、同速度，没有相对运动的元件不会产生异响。在3档，自动变速器传动比为1∶1，这就意味着3档，整个行星轮系没有相对运动的元件，然而，这种异响在3档将会消失。在1、2、4和R档，整个行星轮系的元件将产生相对运动，异响通常这些档位中出现，即行星轮系异响与档位有关。另外，在前进档或倒档，踩住制动踏板时，整个行星轮系将被固定，没有相对运动，行星轮系异响将会消失。

997. 怎么判断离合器异响？

（1）异响特征　汽车离合器分离或接合时发出不正常的响声。一般会有“沙沙”的异响声；或者会有间断的碰撞声。

（2）异响原因

1）分离轴承缺少润滑剂，造成干摩擦或轴承损坏。

2）分离轴承与分离杠杆内端之间无间隙。

3）分离轴承套筒与导管之间油污尘腻严重或分离轴承回位弹簧与踏板回位弹簧疲劳、折断、脱落，使分离轴承回位不佳。

4）从动盘花键孔与花键轴配合松旷。

5）从动盘减振弹簧退火疲劳或折断。

6）从动盘摩擦片铆钉松动或铆钉头外露。

7）双片离合器传动销与中间压盘和压盘的销孔磨损空旷。

998. 怎么检修差速器异响？

速腾轿车低速大角度转向时底盘发出“咕咕”的异响。差速器异响。

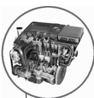
将车辆举升后，任意一侧的驱动轮制动，异响仍然存在，故排除车轮轴承和制动系统异响。更换驱动半轴，异响仍然存在，故排除半轴故障可能。因只有车辆转弯时存在异响，所以判断为差速器响声。分解变速器，测量差速器行星齿轮的齿轮间隙和啮合印痕，发现啮合印痕在齿根部位。判断是差速器不正常啮合而产生异响。

由于差速器球形衬套的不正常磨损，造成差速器的行星齿轮啮合部位达到齿轮根部（正常应为齿轮中部啮合）。因为差速器行星齿轮只是在转弯时才发生转动，所以这种异响会在转弯时出现，故障表现为低速转弯时整车的噪声比较小、异响明显。

在判断是否为差速器异响的过程中，要求能够大角度（转向盘转角大于180°）转弯，并且伴随不同的加减速，如果异响能够随着车速改变，一般是差速器故障的概率高。

999. 低速行驶换档故障怎么排除？

（1）故障信息　某宝马520i轿车，搭



载6HP19型自动变速器，低速行驶时换档生硬。路试，在松开加速踏板的瞬间，如果恰好遇到1-2和3-2的换档点，则会出现明显的换档冲击。

（2）检查和排除　检测发动机及变速器控制单元未发现故障码。检查变速器油质、油量，正常。

查看变速器控制单元中存储的自适应值，发现离合器C的充油加速时间已经达到40ms。这一自适应值表明离合器C的油道存在泄露，而换入2档时恰好是该离合器投入工作。所以换档平顺性就难以保证。

更换离合器C，路试，故障排除。

1000. 自动变速器升档慢故障怎么排除?

（1）故障信息　搭载自动变速器的本田雅阁轿车。热车后自动变速器换档过迟，换档时发动机空转。对比车速和发动机转速判断出自动变速器升档过慢。缓慢踩下加速踏板，当发动机转速达到2200r/min时自动变速器才升档。如果用力踩下加速踏板，那么当发动机转速达到3000r/min以上时自动变速器才升档，而且升4档期间发动机转速突然上升，自动变速器打滑。

（2）故障检查

1）检查自动变速器油，油量正常。

2）测量节气门位置传感器信号电压，节气门完全关闭时该信号电压为0.45V，节气门全开时为4.5V左右。转动节气门，该信号电压能够随着节气门开度而均匀变化，说明节气门位置传感器正常。

3）检查换档电磁阀、锁止电磁阀、主轴转速传感器、副轴转速传感器等部件，均正常。检查S换档程序开关及其线路，没有发现异常。

（3）分析和排除　将变速杆置于D位，踩住制动踏板，向变矩器锁止电磁阀通电，该电磁阀发出动作声，发动机转速却没有明显下降，也没有出现抖动或熄火现象，这就可以判定故障出在液力变矩器锁止离合器（或锁止油路）。更换液力变矩器，故障彻底排除。

该车自动变速器有两种故障，一是自动变速器控制单元性能不良，二是液力变矩器锁止离合器损坏。虽然升档过迟和打滑故障有可能与自动变速器内部的换档阀或换档执行元件有关，但从维修原则上讲求从易到难、从外围到内部，所以分解自动变速器一般在排除其他故障以后再进行。

参 考 文 献

[1] 曹守军. 精选汽车维修案例解析 [M]. 北京：机械工业出版社，2014.

[2] 薛庆文. 自动变速器故障维修案例分析与经验集锦 [M]. 北京：机械工业出版社，2013.

[3] 刘春晖. 汽车电工入门必会技能 200 问 [M]. 北京：机械工业出版社，2014.

[4] 李林. 汽车维修技能 1008 问 [M]. 北京：机械工业出版社，2014.

[5] 李昌凤. 汽车电气维修 518 问 [M]. 北京：机械工业出版社，2014.

[6] 谭本忠. 汽车维修电工 1000 个怎么办 [M]. 北京：机械工业出版社，2013.

[7] 周晓飞. 教你成为一流汽车电工 [M]. 北京：化学工业出版社，2013.

跟我学做一流汽修技师丛书



联合推荐单位：

1. 中国汽车后市场联合会汽车工程师专业委员会www.aepc.org.cn
2. 汽车大师
3. 诸葛修车网www.zgxcw.com.cn

汽车大师是一个连接车主与技师的平台；未来将变成线上诊断、线下接单维修，汽修师傅可以通过智能手机更高效的发挥自身价值；汽车大师引领全国３８０万汽修人走进移动互联网。



汽车大师服务号

读者建议：**502135950@qq.com** 好建议有奖励

地址：北京市百万庄大街22号
邮政编码：100037
电话服务
服务咨询热线：010-88361066
读者购书热线：010-68326294
010-88379203
网络服务
机工官网：www.cmpbook.com
机工官博：weibo.com/cmp1952
金书网：www.golden-book.com
教育服务网：www.cmpedu.com
封面无防伪标均为盗版



机械工业出版社微信公众号

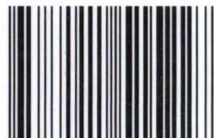


扫一扫，加入汽车维修技师之家，免费领取汽车维修技能视频。

上架指导 交通运输／汽车维修

ISBN 978-7-111-51522-7

策划编辑◎齐福江 ／封面设计◎鞠杨



ISBN 978-7-111-51522-7
9 787111 515227
定价：49.80元